



CARACTERIZACIÓN, ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORAS DE LA GESTIÓN HÍDRICA EN LOS JARDINES DE LOS REALES ALCÁZARES DE SEVILLA



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

JULIO 2013

CECILIA RUIZ ALCALÁ

Directores: Gregorio Egea Cerraga
Luis Pérez Urrestarazu

D. Gregorio Egea Cerraga y D. Luis Pérez Urrestarazu, profesores titulares de la Universidad de Sevilla, de la asignatura Hidráulica y Riegos, miembros del departamento de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos

INFORMAN:

D. Gregorio Egea Cegarra y D. Luis Pérez Urrestarazu, profesores del departamento de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos de la Universidad de Sevilla

Que el Trabajo Profesional Fin de Carrera “Caracterización, análisis y propuesta de mejoras de la gestión hídrica en los Jardines de Los Reales Alcázares de Sevilla” del que es autora Cecilia Ruiz Alcalá, alumna de la E.T.S. de Ingeniería Agronómica, de la titulación Ingeniero Técnico Agrícola Esp. Explotaciones Agropecuarias-Hortofruticultura y Jardinería, reúne los requisitos necesarios para su defensa.

Y para que así conste, firman el presente informe a.... de Julio de 2013.

Fdo. D. Gregorio Egea Cegarra

Fdo. D. Luis Pérez Urrestarazu

En primer lugar quisiera agradecer a Gregorio Egea y Luis Pérez la oportunidad que me han brindado para realizar este proyecto y aprender de él, y al Departamento de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos el permitirme desarrollarlo.

A mis padres, por el apoyo incondicional que me han dado todo este tiempo y por la confianza que han puesto en mí desde un principio. Y por supuesto, al resto de mi familia, a mis hermanos, tíos, primos... que me animan a seguir adelante.

A mis amigos por estar siempre conmigo y fortalecerme día a día y por ayuda que me muestran siempre.

A todos los que empezaron siendo compañeros de universidad y que a día de hoy son muy buenos amigos, por toda vuestra ayuda y consejos recibidos cuando lo he necesitado en estos años. Y a mis profesores por todo lo que me han enseñado.

A Fuensanta Roldán, ya que gracias a su ayuda y colaboración he podido realizar este proyecto.

A Jacinto Pérez Eliot, Director del Real Alcázar de Sevilla por permitirme llevar a cabo este proyecto. A María José Guerrero Palomo, jefa de mantenimiento del Alcázar. Y desde luego, a todo el personal del Alcázar en especial a Antonio Burgos, a José L. Rodríguez y al resto de jardineros, por enseñarme y proporcionarme la información necesaria para este trabajo.

Gracias

Índice

1.	INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO DEL TRABAJO	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Justificación	2
1.3.	Objetivo del trabajo	2
2.	ANTECEDENTES	4
2.1.	Reseña histórica	4
2.2.	Jardines mediterráneos: descripción y tipología.	8
2.3.	Sistema de riego utilizado en jardinería: pasado y presente.	10
2.3.1.	Riego por superficie.....	10
2.3.2.	Riego manual con manguera.	11
2.3.3.	Riego manual con regadera.	11
2.3.4.	Riego localizado	11
2.3.5.	Riego por aspersión	12
3.	METODOLOGÍA	15
3.1.	Caracterización de los jardines e infraestructura hidráulica	15
3.2.	Determinación de necesidades hídricas de los jardines.	17
3.2.1.	Determinación de las necesidades hídricas según especies en cada jardín.	17
3.2.2.	Estimación de volúmenes aplicados de agua de riego.....	18
3.3.	Indicadores de gestión	19
4.	CARACTERIZACIÓN DE LOS JARDINES	21
4.1.	Introducción	21
4.2.	Jardines y Patios Históricos	22
4.2.1.	Patio del León.....	23
4.2.2.	Patio del Yeso.....	24
4.2.3.	Patio de la Montería.....	24
4.2.4.	Patio del Crucero o Jardín de María Padilla	25
4.2.5.	Patio de Doncellas	27
4.2.6.	Patio del Asistente	28
4.2.7.	Patio de Levies	29

4.2.8.	Patio de Romero Murube.....	30
4.2.9.	Jardín del Príncipe	31
4.3.	Jardines Hispanoárabes	32
4.3.1.	Jardín de las Flores	33
4.3.2.	Jardín de la Galera	35
4.3.3.	Jardín de Troya	36
4.3.4.	Jardín de la Danza.....	37
4.3.5.	Estanque de Mercurio	40
4.3.6.	Jardín del Chorrón	41
4.3.7.	Jardín de la Alcubilla.....	42
4.4.	Jardín de las Damas	43
4.5.	Jardín de Carlos V.....	47
4.6.	Jardín de la Cruz	49
4.7.	Jardín Inglés o Pradera.....	51
4.7.1.	Laberinto.....	54
4.8.	Jardín de Vega-Inclán	55
4.9.	Huertas y Jardín de los Poetas	57
5.	CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	61
5.1.	Agua de riego	61
5.2.	Sistemas de captación, tratamiento y distribución del agua.	63
5.2.1.	Red de Tuberías	63
5.2.2.	Características del sistema de bombeo	64
5.2.3.	Aljibe	64
5.2.4.	Pozo de Troya.....	65
5.2.5.	Pozo de Carlos V	68
5.2.6.	Pozo de La Parra.....	70
5.2.7.	Fuentes Ornamentales.....	73
5.2.8.	Estanques	76
5.3.	Sistemas de riego.	77
5.3.1.	Riego Tradicional entre los siglos XV y XIX	77
5.3.2.	Riego Actual	82
5.3.2.1.	Riego manual con manguera y regadera.	82
5.3.2.2.	Riego localizado.....	83

5.3.2.3.	Riego por aspersión.....	84
5.3.3.	Reformas realizadas en las últimas décadas	86
6.	GESTIÓN DEL RIEGO.....	88
6.1.	Organización del riego	88
6.2.	Metodología de programación y calendario de riegos.....	88
6.3.	Evaluación de la adecuación del riego.....	90
6.3.1.	Estimación de necesidades hídricas.....	91
6.3.1.1.	Cálculo del coeficiente de jardín.....	92
6.3.1.2.	Necesidades netas de agua de riego	95
6.3.2.	Estimación de volúmenes de riego aplicados	99
6.3.2.1.	Riego manual con manguera.....	99
6.3.2.2.	Riego localizado.....	101
6.3.2.3.	Riego por aspersión.....	109
6.3.2.4.	Volumen total de agua aplicado según época del año.....	110
6.4.	Indicadores de gestión	112
6.4.1.	Metodología para el cálculo de los descriptores.....	113
6.4.2.	Variables.....	113
6.4.3.	Definición de los Indicadores de Gestión de Riego.	114
6.4.4.	Indicadores del Uso del Agua.....	114
6.4.4.1.	RWS	115
6.4.4.2.	RRS	116
6.4.4.3.	Relación entre el riego y las necesidades brutas (RRN)	118
6.4.4.4.	Relación Entre Superficies	120
6.4.4.5.	Suministro de agua de riego por unidad de área regada (m^3/m^2)....	121
6.4.5.	Indicadores Financieros.....	122
6.4.5.1.	Coste del manejo del sistema de riego por unidad de superficie regada	123
6.4.5.2.	Coste del manejo del sistema de riego por volumen de agua aplicada.	123
6.4.5.3.	Coste energético por unidad de superficie	123
6.4.5.4.	Coste electricidad respecto los costes manejo del sistema de riego	124
6.4.5.5.	Coste personal respecto los costes manejo del sistema de riego.....	124
6.4.5.6.	Relación horas riego y horas totales.....	124
6.4.5.7.	Empleados por unidad de área	124

6.4.5.8. Resultados financieros.....	125
6.4.6. Discusión de resultados	125
6.4.7. RWS bajo distintos escenarios	126
6.4.8. RRN bajo distintos escenarios.....	128
7. PROPUESTA DE MEJORAS Y CONCLUSIONES	130
7.1. Actuaciones fácilmente implementables.....	130
7.2. Actuaciones con un nivel bajo de inversión	131
7.3. Actuaciones complejas	133
7.4. Conclusiones.....	134
BIBLIOGRAFÍA	135
ANEJOS	137
ANEJO 1. Protocolo toma de datos	137
ANEJO 2. Análisis de agua	141
ANEJO 3. Catálogo aspersores y difusores	148
ANEJO 4. Coeficiente de especie.....	152
PLANOS.....	158
PLANO N° 1. Situación	
PLANO N° 2. Distribución de los Jardines	
PLANO N° 3. Sectores de riego	
PLANO N° 4. Sistemas de tuberías	
PLANO N° 5. Infraestructura hidráulica. Pozo de Troya	
PLANO N° 6. Infraestructura hidráulica. Pozo de la Parra	
PLANO N° 7. Infraestructura hidráulica. Pozo de Carlos V	
Inventario Botánico de Pedro Romero Zarco	

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Calendario de visitas realizadas</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2. Especies del Patio del León</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3. Especies del Patio de la Montería.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 4. Especies del Jardín de María Padilla o Patio del Crucero</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 5. Especies del Jardín del Príncipe</i>	<i>31</i>

<i>Tabla 6. Especies del Jardín de las Flores</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 7. Especies del Jardín de la Galera.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 8. Especies del los muros del Jardín de Troya</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 9. Especies de los parterres superior e inferior del Jardín de la Danza.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 10. Especies del Jardín del Chorrón</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 11. Especies del Jardín de la Alcobilla.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 12. Especies del Jardín de las Damas según sectores de riego</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 13. Especies del Jardín de Carlos V</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 14. Especies del Jardín de la Cruz</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 15. Especies del Jardín inglés según sectores de riego</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 16. Especies del Jardín de Vega-Inclán según sectores de riego</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 17. Especies de las Huertas y jardín de los Poetas según sectores de riego.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 18. Análisis de agua realizados en los tres pozos existentes en los jardines.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 19. Interpretación del análisis de agua</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 20. Características del sistema de bombeo</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 21. Volumen de agua en Estanques</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 22. Reformas realizadas en las últimas décadas.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 23. Calendario de riego aproximado que se lleva a cabo en los jardines de los Reales Alcázares.</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 24. Valores de Kd utilizados en el estudio (Ávila-Alabarces y col. 2006).....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 25. Valores de Km utilizados en el estudio (Ávila-Alabarces y col., 2006).....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 26. Calendario de riego según las Nb (mm/mes) calculadas por jardín, sectores de los mismos y tipo de riego</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 27. Calendario de riego según las Nb (m³/mes jardín) calculadas por jardín, sectores de los mismos y tipo de riego teniendo en cuenta la superficie de cada jardín. Nb(m³/mes jardín)=Nb(mm/mes)/1000xsup. jardín.</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 28. Volumen mensual de agua aplicado en cada jardín. Se indica si además se realiza otro tipo de riego.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 29. Distribución de jardines según los pozos que los abastecen</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 30. Mediciones en una hilera de setos de mirto en la pradera</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 31. Mediciones realizadas en el jardín de la Galera.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 32. Volumen mensual de agua aplicado mediante Riego Localizado a los distintos jardines agrupados por el pozo del que se abastecen.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 33. Características de los aspersores y difusores y volúmenes de agua aplicados calculados mediante el caudal (variable según la sectorización de los aspersores y el tipo) y el número de aspersores de cada sector riego en los distintos jardines.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 34. Volumen total de riego aplicado a los distintos jardines</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 35. Descriptores.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 36. Variables de riego para el cálculo de indicadores</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 37. RWS. Datos obtenidos a partir de la ETC, la Pe y el Riego total estimado de cada jardín (suponiendo que el sistema de riego funciona correctamente)......</i>	<i>116</i>
<i>Tabla 38. RRS. Precipitación efectiva entre la Evapotranspiración en m³/mes en los meses de riego.</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 39. RRN. Relación entre el riego aplicado y las necesidades brutas</i>	<i>119</i>

<i>Tabla 40. RSU. La diferencia de superficie regada entre los jardines y patios, como el patio del yeso y el jardín de la Alcubilla.</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 41. SRR. Suministro de agua de riego por unidad de área regada.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 42. Resultados de los Indicadores financieros.....</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 43. Interpretación de RSW.....</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 44. RWS para el mes de agosto con el riego localizado reducido al 25%, 50% y 75%. ...</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 45. RWS para el mes de septiembre con el riego localizado reducido al 25%, 50% y 75%.</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 46. RRN para el mes de agosto con el riego localizado reducido al 25%, 50% y 75%.</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 47. RRN para el mes de septiembre con el riego localizado reducido al 25%, 50% y 75%.</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 48. Ventajas e inconvenientes del Riego Automático.....</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 49. Coeficiente de especie de la vegetación de los jardines del Real Alcázar</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 50. Cálculos del Coeficiente de jardín Kj.....</i>	<i>157</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Jardines Hispanoárabes</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Plano realizado por Sebastián Van der Boch (1759)</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3. Situación de los Jardines Históricos.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4. Jardines Hispanoárabes.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 5. Jardín de las Damas. Sectores</i>	<i>44</i>
<i>Figura 6. Jardín de Carlos V</i>	<i>47</i>
<i>Figura 7. Jardín de la Cruz</i>	<i>49</i>
<i>Figura 8. Jardín Inglés.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 9. Jardín de la Vega-Inclán</i>	<i>55</i>
<i>Figura 10. Huertas y Jardín de los Poetas</i>	<i>58</i>
<i>Figura 11. Pozo de Troya sectorizado para aspersión con sus llaves de paso.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 12. Pozo de Carlos V, sectorización y llaves de paso</i>	<i>68</i>
<i>Figura 13. Pozo de la Parra, sectores y llaves de paso</i>	<i>70</i>
<i>Figura 14. Arroyo Tagarete</i>	<i>78</i>
<i>Figura 15. Variación del caudal aplicado a lo largo de la tubería de riego en los setos de la pradera</i>	<i>105</i>
<i>Figura 16. Variación de caudal en una hilera del jardín de Galera</i>	<i>106</i>

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1. Palo Borracho, Patio del León.....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 2. Patio del Yeso</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 3. Muro de triple entrada que separa el Patio de la Montería del Patio del León</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 4. Patio del Crucero</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 5. Patio de Doncellas</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 6. Cycas revoluta, Patio del asistente</i>	<i>29</i>

<i>Ilustración 7. Patio de Levies</i>	30
<i>Ilustración 8. Chlorophytum comosum</i>	30
<i>Ilustración 9. Setos de mirto del Jardín del Príncipe</i>	32
<i>Ilustración 10. Naranjo amargo y clavelinas del Jardín de las Flores</i>	34
<i>Ilustración 11. Jardín de la Galera</i>	35
<i>Ilustración 12. Jardín de Troya</i>	37
<i>Ilustración 13. Columnas del Jardín de la Danza</i>	39
<i>Ilustración 14. Parterres inferiores y fuente del Jardín de la Danza</i>	39
<i>Ilustración 15. Estanque de Mercurio</i>	40
<i>Ilustración 16. Jardín del Chorrón</i>	41
<i>Ilustración 17. Riego en los rosales del Jardín de la Alcubilla</i>	42
<i>Ilustración 18. Jardín de las Damas</i>	46
<i>Ilustración 19. Carya illinoensis, Nuez de Pecan</i>	46
<i>Ilustración 20. Tetrastigma voineriana o vid de adorno y Estanque del León</i>	49
<i>Ilustración 21. Monte Parnaso</i>	51
<i>Ilustración 22. Gynkgo biloba</i>	52
<i>Ilustración 23. Muralla con Monstera deliciosa</i>	53
<i>Ilustración 24. Jardín de la Vega-Inclán</i>	57
<i>Ilustración 25. Huertas</i>	59
<i>Ilustración 26. Rosaleda de las Huertas</i>	60
<i>Ilustración 27. Phoenix canariensis en las Huertas y Estanque del Jardín de los Poetas</i>	60
<i>Ilustración 28. Riego del Jardín del Príncipe</i>	66
<i>Ilustración 29. Riego del Jardín de las Damas</i>	67
<i>Ilustración 30. Riego del jardín Inglés</i>	68
<i>Ilustración 31. Riego del Jardín de Carlos V que cubre los caminos</i>	69
<i>Ilustración 32. Riego del Jardín de Vega-Inclán</i>	71
<i>Ilustración 33. Riego del Jardín de Vega-Inclán</i>	72
<i>Ilustración 34. Riego de las Huertas</i>	72
<i>Ilustración 35. Depuradora y estación de filtrado</i>	73
<i>Ilustración 36. Fuente del Jardín de Vega-Inclán</i>	74
<i>Ilustración 37. Fuente del Jardín de las Damas</i>	74
<i>Ilustración 38. Fuente del Jardín Inglés</i>	75
<i>Ilustración 39. Estanque de los Eucaliptos, Jardín Inglés</i>	77
<i>Ilustración 40. Riego con manguera</i>	83
<i>Ilustración 41. Goteros integrados</i>	84
<i>Ilustración 42. Goteros interlinea</i>	84
<i>Ilustración 43. Aspersor RAIN-BIRD</i>	85
<i>Ilustración 44. Aspersor Hunter PGP</i>	85
<i>Ilustración 45. Difusores RAIN-BIRD</i>	86
<i>Ilustración 46. Diferencias fisiológicas en los rosales</i>	103

1. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO DEL TRABAJO

1.1. Introducción

Sevilla está ubicada en la llanura aluvial del Guadalquivir. El clima es mediterráneo levemente continentalizado, con precipitaciones variables, veranos secos muy cálidos e inviernos suaves. A lo largo de la historia de la ciudad se ha desarrollado una flora variada que ha dado lugar a que cada parque y jardín de la ciudad sea diferente del resto en función de la época y los motivos por los que fue construido. Más de 750 especies y variedades vegetales de varias partes del mundo se hallan integradas en la ciudad. Entre los árboles que por sus características y abundancia destacan con su floración, están las jacarandas y los naranjos amargos. En el paisaje viario se encuentran además otros árboles frecuentes como acacias blancas, plátanos de sombra, tipuanas o árboles de fuego.

Los jardines históricos de la ciudad presentan un amplio muestrario de diferentes estilos y tamaños con especies exóticas, como en los Jardines de los Reales Alcázares, el Parque de María Luisa, el Parque de las Delicias o el Jardín Americano. En ellos es posible encontrar árboles como eucaliptos, árboles del caucho, magnolios, jacarandas, además de los mencionados plátanos de sombra y acacias blancas.

En los jardines del Alcázar el agua juega un papel fundamental ya que tiene diversos usos. El agua no solo se utiliza para el riego de los jardines y el abastecimiento de los palacios, sino que también se produce un gran consumo de este recurso en las 74 fuentes repartidas por estos jardines y los 12 estanques en uso. Además el agua es un elemento imprescindible en el jardín por la sensación de frescor que produce y el sonido y el movimiento que ocasiona para los sentidos.

Los Reales Alcázares están conformados por un conjunto de palacios y jardines rodeados por una muralla, situados en el centro de Sevilla, rodeados de elementos tan singulares como el río Guadalquivir, la Torre del Oro, la Catedral o la antigua Real Fábrica de Tabaco (Plano N° 1: Situación). Su superficie actual de 9,454ha alberga poco menos de 7ha de jardines y patios con más de 170 especies. La elección de los Reales Alcázares como objetivo de estudio del presente trabajo se debe principalmente a la

coyuntura actual de escasez de recursos hídricos y a la complejidad que representa el manejo y la gestión del agua en un conjunto de jardines de elevado valor histórico y de muy diferente naturaleza.

1.2. Justificación

El establecimiento de acciones orientadas a la optimización del uso y la gestión del agua de riego, haciendo un uso más eficiente de la misma tiene gran importancia actualmente. Esto es debido a la escasez creciente de recursos hídricos en las zonas áridas y semiáridas, lo que está motivando una fuerte competencia entre usuarios por el uso del agua. El incremento de la demanda de agua ocasionado por el consumo urbano y la industria turística constituye un motivo de preocupación. Una de las causas de ello es el incremento de las superficies ajardinadas públicas y privadas, que en regiones áridas y semiáridas como en la que nos encontramos, suelen necesitar aporte de agua de riego para su adecuado mantenimiento. Paralelamente al incremento de la superficie y, en consecuencia de la demanda de agua, existe un gran desconocimiento de las necesidades hídricas reales de las plantas de jardín, de los criterios de diseño de las instalaciones y del manejo del riego, lo que puede contribuir a la realización de riegos poco eficientes y con consumo excesivo de agua. Esta situación frecuente resulta especialmente grave en periodos de sequía y restricciones hídricas. Las plantas no pueden resistir a situaciones de falta de agua y llegan a un estado irrecuperable.

La información disponible en la bibliografía especializada sobre la gestión eficiente y sostenible del riego en las zonas verdes urbanas es muy limitada, si bien el uso sostenible de agua en agricultura ha sido un tema ampliamente estudiado. Por estos motivos, los jardines de los Reales Alcázares de Sevilla representan un área de gran interés para el estudio de la gestión del riego practicada, tanto por su relevancia histórica como por su tamaño, diversidad y ausencia de información disponible.

1.3. Objetivo del trabajo

El presente estudio plantea caracterizar y evaluar críticamente tanto la infraestructura como la gestión del riego que actualmente se practica en los jardines de los Reales Alcázares de Sevilla. Para ello se atenderá a criterios técnicos (p.e. diseño de la instalación, calidad del agua, necesidades hídricas de las plantas, etc.) que permitan

identificar la calidad de uso del agua que actualmente se realiza en los jardines, proponiendo las oportunas actuaciones de mejora que permitan corregir posibles deficiencias que hayan sido identificadas.

2. ANTECEDENTES

2.1. Reseña histórica

Los Reales Alcázares de Sevilla tienen su origen en la evolución que la antigua *Hispalis* romana experimentó durante la Alta Edad Media, a comienzos del siglo X, en el momento en que el Califa de Córdoba Abderramán III An-Násir ordenó, en el 913, el levantamiento de un nuevo recinto de gobierno, la *Dar al-Imara*, *La Casa del Gobernador*, en el flanco meridional de la ciudad, según los testimonios más fiables.

En el siglo XII, los almorávides cerraron el espacio de gobierno con la construcción de un sistema de murallas hasta el Guadalquivir que permitió definir en esta área dos amplios recintos: las Alcazabas interior y exterior. La interior abarcaba los antiguos palacios y limitaba con la gran mezquita (actual catedral). La exterior abarcaba la Huerta de la Alcoba y el Pabellón de Carlos V. Los almohades completarían las obras de época árabe con otras edificaciones de las que todavía nos quedan restos que constituyen una muestra única en el mundo: La Casa de la Contratación, el patio del Yeso y algunos restos de las primitivas murallas. De esta época también se conservan restos de dos jardines en crucero, ambos hundidos: los Baños de Dña. María Padilla y otro situado en un solar que ocupó posteriormente la Casa de la Contratación.

Los jardines musulmanes o hispano-musulmanes se encontraban siempre conectados con un espacio construido. Además, actualmente, el núcleo de sus palacios se encuentra rodeado de pequeños jardines aislados del exterior por cercas y divididos entre sí también por cercas. Éstos son los jardines de la Alcubilla, del Chorrón, del Estanque de Mercurio, de las Damas, de Troya, de la Galera, de las Flores, del Príncipe, etc. Estos jardines eran estancias abiertas de las estancias limítrofes. Por ello son jardines cerrados, de pequeñas dimensiones, simétricos y con la privacidad garantizada por sus grandes tapias (Figura 1).



Figura 1. Jardines Hispanoárabes

La conquista castellana del territorio en 1248-49 dotó al Real Alcázar de la condición que permanece hasta nuestros días: sede de la Corona y ámbito del poder municipal de la ciudad. Se convirtió en residencia de los reyes cristianos. Pedro I el justiciero, allá por el año 1365, reconstruye prácticamente en su totalidad, en estilo mudéjar, estos palacios. Gran parte del Alcázar actual es de aquella época. El Palacio Mudéjar de Pedro I hace aparecer de nuevo las antiguas concepciones mediterráneas en versión árabe.

A este marco arquitectónico tienen que añadirse los elementos que dan vida al Real Alcázar de Sevilla en cada momento: los nuevos usos de los espacios, los jardines y el agua que aparece por todos los rincones, en una especie de compensación al Guadalquivir y al arroyo Tagarete, oculto hoy en el paisaje que vio nacer el actual Real Alcázar hace once siglos (Real Alcázar de Sevilla, 2013).

Desde comienzos de la Edad Moderna, la constante vinculación del Alcázar sevillano con la corona de España se constata en continuas transformaciones del edificio que intentaron acomodar al gusto de los nuevos tiempos. Magníficas aportaciones renacentistas enriquecieron el acerbo artístico del Alcázar sevillano, como el admirable altar de azulejos realizado en 1504 por Francisco Niculoso Pisano o el retablo pictórico que se conserva en el Cuarto del Almirante (Alejo Fernández en 1536).

Con motivo de la boda del Emperador Carlos V con Isabel de Portugal (1526) el recinto sufrió grandes transformaciones. Se remodelaron, manteniendo las características propias de los jardines hispano-musulmanes, la serie de pequeños patios que rodean la estancia de Don Pedro. Tras este primer cinturón de jardines se extendían amplias huertas de naranjos. A partir de 1543, se levantó en esta zona el Pabellón de Carlos V, un cenador perfectamente adecuado al calor veraniego, con sus pórticos alrededor y su fuente central. La modernización de estos jardines respetará básicamente su esquema originario: escala reducida, privacidad fragmentación espacial, etc.

Con el reinado de Felipe III (1598-1621) se construyó un amplio jardín, denominado jardín nuevo (Jardín de las Damas), bajo influencias renacentistas y barrocas, delimitado por calles simétricamente que se cortan en ángulo recto y delimitado por una vieja muralla almohade. Esto significó una clara ruptura con la tradición hispano-musulmana por la introducción de elementos al gusto italiano contemporáneo, como las grutas adornadas con estatuas de dioses mitológicos, el órgano hidráulico y las “burlas de agua”. Los parterres iban adornados con insignias de la monarquía hechas con flores.

En un plano realizado por Sebastián Van der Boch (1759) todavía se muestran cuatro de los parterres con este tipo de decoración en Bordéis y ni un solo árbol. Este jardín estaba profundamente arquitecturizado y el crecimiento de los árboles significaba una interferencia en su imagen, que se asociaba a huerta (Figura 2).

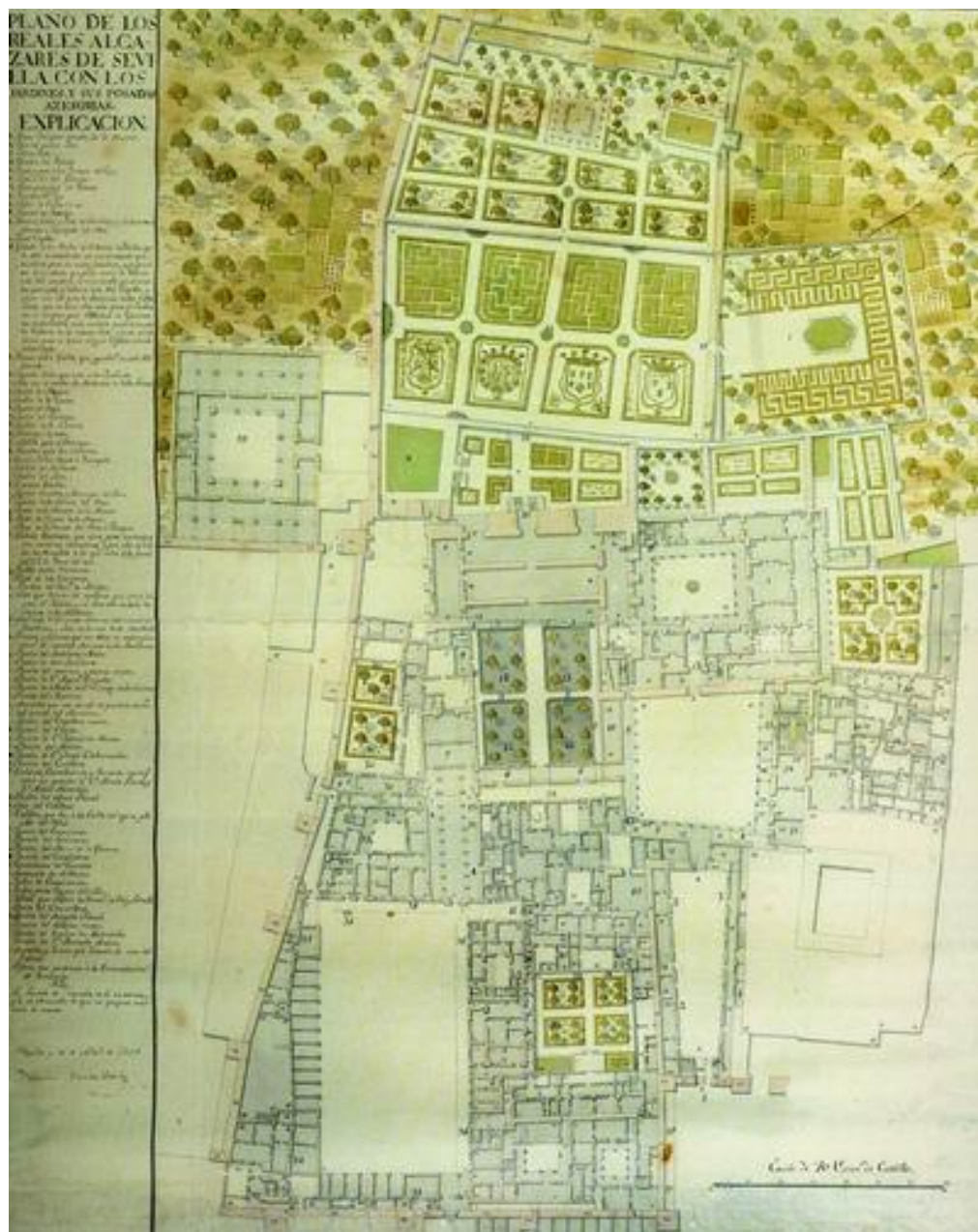


Figura 2. Plano realizado por Sebastián Van der Boch (1759)

A mediados de siglo XVII se construyó junto al jardín nuevo el jardín del Laberinto (Jardín de la Cruz), centrado sobre un montículo que aludía al Monte Parnaso. En la proximidad del pabellón de Carlos V se realizó el jardín de León, por la fuente que lo adorna con este animal. Con estas intervenciones los Jardines del Alcázar se verán inalterados casi hasta principios del siglo XX. Estos jardines nuevos marcan una clara ruptura con los pequeños e íntimos jardines de carácter hispanoárabe.

Tras el terremoto de Lisboa en 1755 parte de los edificios y jardines tuvieron que reconstruirse. Hay que señalar la importante transformación de los jardines a partir del renacimiento con la creación de nuevas fuentes y estanques, pabellones, portadas y galerías. Los parterres han sido permanentemente remodelados y mejorados con importantes innovaciones hasta mediados del siglo XIX.

A principios de siglo XX se realizaron nuevas actuaciones de importancia. La división de la antigua Huerta del Retiro, de la que se cedió una parte a la ciudad para la formación de los actuales Jardines de Murillo y la transformación de la parte restante en unos jardines modernos trazados por los arquitectos José Gómez Millán y Juan Talavera (Jardines de Vega- Inclán). Tras la guerra civil se transformó lo que quedaba de la antigua Huerta de la Alcoba, en unos jardines al gusto inglés pintoresco. Finalmente buscando unas esencias más históricas y poéticas, se creó un nuevo jardín, presidido por dos alargados estanques, frente a la puerta del Privilegio (Jardín de los Poetas).

Así pues, los jardines fueron desarrollándose de un modo expansivo, a partir de los núcleos palaciegos y a expensas de las huertas periféricas, enriqueciéndose con una ornamentación que reflejaba los gustos estéticos y culturales de cada época (Real Alcázar de Sevilla, 2013).

2.2. Jardines mediterráneos: descripción y tipología.

La jardinería mediterránea y el diseño de jardines no se limita solo a esta región, sino que abarca todos aquellos lugares que comparten un clima similar: verano cálido y poco lluvioso; inviernos moderados y heladas poco frecuentes. Además, estos jardines resultan adecuados en patios, terrazas, laderas secas, bancos al sol y zonas costeras soleadas.

Son jardines formados por especies autóctonas o alóctonas (introducidas por el hombre desde otras zonas, pero de clima similar), que son las que mejor se adaptan al ahorro de recursos (menor riego, menor presencia de plagas y patógenos y menor mantenimiento). Para poder disfrutar de unos espacios verdes públicos sostenibles es importante que su ajardinamiento no se aleje demasiado del ecosistema donde están

integrados. En general, están diseñados para proporcionar frescas sombras que protejan del calor y aromas a través de sus olorosas plantas aromáticas.

A menudo, los materiales utilizados se relacionan entre ellos y siguen un modelo muy marcado (p.e. uso de azulejos barnizados, procedentes de la influencia árabe y persa, materiales de la zona y macetas de terracota). Las paredes pintadas de blanco y las rudas pérgolas recortadas se combinan entre sí, con lo que da lugar a un rico estilo de jardín peculiar. Históricamente, las poblaciones residentes alrededor del Mediterráneo estiman y entienden los beneficios de los jardines y el placer de vivir en ellos. Los egipcios utilizaban agua, senderos y pérgolas, mientras que los romanos crearon frescos jardines en sus casas frente al áspero entorno del exterior. Los árabes también se sirvieron del agua, y los persas construyeron casas de verano o “glorietas” para comer, entretenerse y cortejar a sus mujeres. El jardín mediterráneo no tiene una estructura fija, sino que está repleto de componentes y modificaciones que se han ido llevando a cabo a lo largo de la historia.

La vegetación contemplada en estos jardines la conforman:

- Árboles mediterráneos que generen sombra. Principalmente el pino piñonero o el pino silvestre, ambos de copa globosa. Las perennes constituyen un ingrediente esencial al proporcionar sombra en los días calurosos y aportar algo de color en invierno. Además de palmeras tolerantes a condiciones semiáridas, como *Phoenix canariensis* y *Chamaerops humilis*, se pueden plantar árboles o arbustos como encinas, alcornoques, laurel, durillo o adelfas. Los jardines mediterráneos están formados por una exuberante vegetación de hoja perenne, ya que las plantas de este clima no pueden permitirse el lujo de dejar caer las hojas en otoño, ya que no tendrían de suficiente agua para rebrotar en la siguiente estación
- Árboles frutales mediterráneos. El olivo, el naranjo, el madroño o el granado aportarán al jardín una clara esencia mediterránea.
- Espacios de rocalla con plantas aromáticas. Los espacios de rocalla con arena, piedras y plantas aromáticas como jara, romero, lavanda o tomillo, cubrirán las zonas de espacio libre aportando al jardín mediterráneo su olor y textura característicos. Las plantas mediterráneas son tolerantes a la sequía, prefieren un suelo con buen drenaje,

incluso pobre. Son plantas de hoja pequeña, a menudo de textura cerosa o color grisáceo, adaptadas todas ellas para evitar la pérdida de agua por evaporación.

- Especies cobertoras y trepadoras. Resistentes a la sequía, resultan sumamente útiles en esas condiciones. Es común el uso de pérgolas que dan soporte a viñas, jazmines y otras especies trepadoras a las que les gustan las condiciones cálidas.

2.3. Sistema de riego utilizado en jardinería: pasado y presente.

La elección de un sistema de riego dependerá de la disponibilidad de agua de la zona y la posibilidad de llevarla hasta el punto donde se necesite, de la topografía y la forma del terreno donde se ubique el jardín (pendiente, longitud, anchura), de la climatología, (especialmente el viento), del tipo de plantas que se empleen, de la calidad del agua de riego, de los costes de la instalación, del tiempo de riego, etc.

En la actualidad los sistemas más utilizados en el riego de jardines, tanto públicos como particulares son de aspersión y localizado, aunque también es frecuente encontrar algunos jardines que siguen utilizando el riego por superficie. Este último sistema de riego es más frecuente en jardines con cultivos arbóreos o en zonas en las que los desniveles del terreno permitan distribuir el agua por toda la superficie ocupada por el jardín o en pequeños parterres. A continuación se define cada tipo de riego:

2.3.1. Riego por superficie.

El riego por superficie ha sido el sistema de aporte de agua más utilizado en jardinería a lo largo de la historia, hasta la aparición de métodos más modernos y eficientes. En los sistemas de riego por superficie el agua es aportada al suelo, cubriéndolo en su totalidad y circulando sobre éste a la vez que se infiltra en su interior. La distribución del agua sobre la superficie del suelo es la responsable de algunos de los inconvenientes de este sistema, como el elevado consumo de agua, las pérdidas originadas y los efectos erosivos provocados en los suelos.

2.3.2. Riego manual con manguera.

Describimos este sistema por su utilización con relativa frecuencia como riego suplementario para ciertas áreas de los jardines (p.e. plantas en maceta, árboles aislados, etc.). El riego con manguera no es un sistema de riego adecuado desde el punto de vista de la uniformidad de distribución del agua, por lo que su uso resulta impensable por ejemplo para zonas de pradera. Por otra parte, es un sistema costoso en cuanto al personal necesario para llevar a cabo este tipo de riego. Sin embargo, en los jardines del Alcázar se utiliza como sistema de apoyo al riego por aspersión y localizado.

2.3.3. Riego manual con regadera.

Al igual que el caso anterior, representa un sistema de riego de apoyo para ciertas zonas del jardín, especialmente para el riego de planta en maceta. Es un sistema costoso desde el punto de vista del personal necesario para llevar a cabo este tipo de riego, especialmente por la capacidad limitada de la regadera (10 a 15 litros en el caso del Alcázar) que obliga a constantes desplazamientos por parte del operario para su recarga.

2.3.4. Riego localizado

Se basa en el aporte localizado y de alta frecuencia de agua sobre la superficie del suelo (riego superficial) o bajo ésta (riego subterráneo). Forma parte del denominado grupo de riegos a presión, pues utiliza tuberías a presión y emisores de diversas formas y tipologías que mojan sólo una parte del suelo donde se desarrolla el sistema radicular de la planta. La salida de agua por los emisores se produce con muy poca o nula presión, a través de unos orificios de reducido tamaño y mojando un volumen de suelo que recibe el nombre de bulbo húmedo.

En los jardines con sistemas de riego localizado se debe aplicar el agua en cantidades pequeñas y con alta frecuencia. De esta forma se intenta mantener el contenido de agua en el suelo en unos niveles casi constantes y evitar así grandes fluctuaciones de humedad.

En general, el riego localizado dentro de un jardín se suele emplear principalmente para el riego de pequeños árboles, líneas de arbustos, arriates o macizos de flores. Por sus características y forma de aplicar el agua, este sistema es el más adecuado para regar con aguas de baja calidad (salobres y/o regeneradas) ya que el aporte frecuente de agua en la zona del bulbo facilita el lavado de sales, manteniéndolas alejadas de la zona donde se sitúan las raíces, y elimina el riesgo de aparición de fitotoxicidades por contacto del agua con los órganos vegetales.

2.3.5. Riego por aspersión

Los sistemas de riego por aspersión también forman parte de los denominados riegos a presión y se basan en la aplicación del agua en forma de lluvia artificial sobre la totalidad de la superficie del suelo. Para ello, el agua es conducida a presión a través de una red de tuberías hasta los elementos encargados de dispersarla: aspersores y difusores. Una vez en el suelo el agua se infiltra hasta capas más profundas, quedando a disposición de las plantas. Este proceso de infiltración no sólo depende de las características de los aspersores sino también de las propias características físicas del suelo.

Una de las principales características de este sistema de riego es el efecto que generan las condiciones climáticas sobre el agua a su salida del aspersor (especialmente el viento), por lo que la uniformidad de aplicación está en gran medida condicionada por las condiciones climáticas reinantes del área regada. El viento es el factor que más condiciona la uniformidad en el reparto de agua, si bien la evaporación de las gotas de agua antes de alcanzar la superficie del suelo también contribuye a la pérdida de eficiencia de este tipo de sistema de riego.

Los aspersores realizan movimientos rotatorios, por lo que humedecen una zona más o menos circular. Existen modelos de aspersores regulables en los que el ángulo de giro puede variarse entre 0 y 360°. Los difusores, muy similares a los aspersores, carecen de elementos móviles para girar, pero el arco de riego se regula desde la boquilla de salida del agua, entre 20-30° (según el modelo) y 360°, lo que permite igualmente regar áreas circulares o fracciones de ésta.

En jardinería y paisajismo, los sistemas de riego por aspersión se emplean normalmente para el riego de céspedes y tapizantes. Su uso está también muy extendido para el riego de campos de deporte.

2.4. Aspectos para un diseño eficiente de jardines desde el punto de vista hídrico.

Un manejo eficiente del agua de riego se puede conseguir mediante la adopción de medidas que permitan establecer un consumo acorde a las necesidades del jardín. Estas medidas consisten en:

- El diseño o la delimitación de zonas de requerimientos hídricos similares (hidrozonas). La mezcla de especies con necesidades hídricas diferentes en una misma zona, hace necesaria la aplicación de cantidades de agua por encima de las necesidades de algunas de dichas especies, lo que además de ocasionarles problemas fisiológicos, supondrá un consumo de agua superior al realmente necesario. Para optimizar el uso del agua se debe dividir el jardín en hidrozonas o zonas de similares requerimientos hídricos, división que debe realizarse teniendo en cuenta el consumo de agua de las plantas, sus necesidades de iluminación y mantenimiento, y las exigencias de uso. Teniendo en cuenta estos factores se pueden considerar tres zonas en cuanto al consumo de agua: alto, moderado y bajo, lo que permitirá aportar a cada conjunto de plantas el agua necesaria para su óptimo desarrollo y facilitará en gran medida el manejo del riego.

- Empleo de especies poco exigentes en agua. Plantas que se caractericen por presentar unos requerimientos hídricos inferiores al resto o una resistencia especial al estrés hídrico (en Andalucía pueden encontrarse más de cincuenta especies autóctonas de estas características). La variedad de plantas poco exigentes en agua es muy amplia. Este grupo, al contrario de lo que se cree, no sólo está compuesto por cactáceas y otras especies suculentas, sino que entre ellas también pueden encontrarse árboles, arbustos, tapizantes, vivaces, aromáticas, trepadoras, palmáceas y hierbas ornamentales, que además de proporcionar sombra y frescor al entorno, aportan colorido y belleza a los jardines en los que se emplean. También pueden incluirse algunas especies cespitosas.

- Uso de aguas residuales depuradas para el riego de jardines. La reutilización de las aguas residuales urbanas, convenientemente tratadas para el riego, es una alternativa

importante que permite la realización de un aprovechamiento eficaz de estas aguas. Un aspecto importante a la hora de utilizar las aguas urbanas depuradas, es la necesidad de una red específica que evite el contacto entre esta agua y la de la red de abastecimiento urbano. Por este motivo en los jardines de nueva construcción o en los que se realicen obras de infraestructura, se debe prever la realización de estas redes específicas de aguas residuales depuradas.

- La mejora de las propiedades del suelo que influyen en su capacidad de retención de agua y de infiltración, mediante, por ejemplo, la aplicación de enmiendas. Es necesario conocer propiedades como textura, estructura, contenido en materia orgánica, profundidad, y el contenido y tipo de sales predominantes en el suelo, para poder modificarlas mediante enmiendas.

Otras medidas más drásticas utilizadas para reducir un excesivo consumo de agua, sobre todo en época de extrema sequía son:

- Suprimir el aporte de fertilizantes.
- Eliminar los frutos.
- Realizar riegos profundos, que disminuyen la evaporación, y estén más espaciados.
- Realizar podas de reequilibrio.

3. METODOLOGÍA

3.1. Caracterización de los jardines e infraestructura hidráulica

La caracterización de jardines, infraestructura hidráulica y del manejo del riego se ha realizado a partir de información recopilada *in situ* mediante un calendario de visitas programadas al Alcázar cuya fecha y propósito se detalla en la Tabla 1 (Anejo 1: Protocolo de toma de datos). Las visitas comenzaron a principios de marzo y han tenido como principal objetivo caracterizar los siguientes aspectos:

- Jardines y patios: superficie total, superficie regada, distribución e identificación de especies vegetales.
- Red de distribución del agua: identificación y caracterización de los elementos que componen la red de distribución del agua (origen y calidad del agua, sistemas de bombeo, sistemas de almacenamiento, sistemas de tratamiento del agua, conducciones, etc.).
- Sistemas de riego: identificación de los distintos sistemas de riego existentes en cada jardín, inventario del número y tipo de emisores.
- Gestión del riego. A lo largo de los meses de trabajo las visitas han permitido caracterizar la metodología y gestión del riego realizada para cada uno de los sistemas de riego empleados.
- Comprobación, y en su caso corrección, del Inventario Botánico del profesor Pedro Romero Zarco (*Guía botánica de los jardines del Real Alcázar de Sevilla*, 2004) para el posterior cálculo de las necesidades hídricas de cada jardín.

Tabla 1. Calendario de visitas realizadas

Fecha	Propósito
08/03/2013	Primera visita
12/03/2013	Toma de datos
15/03/2013	Toma de datos, conteo de aspersores de jardines hispanoárabes, históricos, jardín de la Cruz y Pradera
22/03/2013	Biblioteca. Patio del Yeso, de la Montería, Levies y Romero Murube. Bomba y Motor de Troya.
26/04/2013	Descripción del sistema de riego por aspersión. Aljibe
03/05/2013	Descripción de los sistemas de riego localizado y con manguera. Información de los sistemas de bombeo
09/05/2013	Conteo de aspersores del Jardín de la Vega-Inclán y de las huertas. Toma de Fotos. Calendario Manguera
20/05/2013	Paseo por Alcázar. Historia y Riego. Tuberías
23/05/2013	Archivos de biblioteca, conteo de aspersores y vegetación en jardines históricos, hispanoárabes y de las Damas
29/05/2013	Caracterización emisores. Riego localizado
04/06/2013	Ensayo coeficiente de uniformidad riego localizado
17/06/2013	Toma de datos

3.2. Determinación de necesidades hídricas de los jardines.

3.2.1. Determinación de las necesidades hídricas según especies en cada jardín.

Se han calculado de acuerdo con la metodología descrita en el Manual de Riego de Jardines (Consejería de Agricultura y Pesca, 2006). Las necesidades hídricas se calcularán mediante la siguiente expresión:

$$- \quad ET \text{ (mm/día)} = K_j \times E_{To} \text{ (mm/día)}$$

Siendo:

ET (mm/día): evapotranspiración del jardín

K_j : coeficiente de jardín

E_{To} (mm/día): → evapotranspiración de referencia determinada por el método FAO Penman-Monteith.

Una vez conocida la tasa de evapotranspiración del jardín, las necesidades netas de riego (N_n) se determinan a partir de la expresión:

$$- \quad N_n \text{ (mm/día)} = ET \text{ (mm/día)} - P_e \text{ (mm/día)}$$

Siendo:

N_n (mm/día): necesidades netas de riego

P_e (mm/día): precipitación efectiva

Las necesidades brutas de riego se determinan para tener en cuenta las pérdidas de agua inherentes a cualquier sistema de riego:

$$- \quad N_b \text{ (mm/día)} = N_n \text{ (mm/día)} / E_a$$

Siendo:

N_b (mm/día): necesidades brutas de riego

E_a : eficiencia de aplicación (depende del tipo de riego).

La expresión utilizada para el cálculo de Nb no tiene en cuenta la fracción de lavado (Fl) ya que los análisis del agua de riego no muestran riesgo de salinización del suelo.

La determinación del coeficiente de jardín (Kj) se realiza a partir de la siguiente expresión:

$$K_j = K_e \times K_m \times K_d$$

Siendo Ke el coeficiente de especie, Km el coeficiente de microclima y Kd el coeficiente de densidad. Para el cálculo de Ke, se determinará el valor medio para cada jardín o sector de riego según conveniencia.

3.2.2. Estimación de volúmenes aplicados de agua de riego.

El consumo de agua de riego por jardín no ha podido ser medido por la ausencia de dispositivos de medida en la instalación hidráulica. En su defecto, se ha estimado con frecuencia mensual y siguiendo la metodología que se describe a continuación. Para la estimación del consumo de agua de riego con manguera se han seguido los siguientes pasos:

- Determinación del caudal de agua que descarga la manguera.
- Determinación del itinerario semanal (invariable a lo largo de la estación de riego) y tiempo dedicado por jardín del riego con manguera. Determinación del volumen de agua aplicado por jardín:

$$\text{Volumen (m}^3\text{/jardín)} = \text{Caudal (m}^3\text{/h)} \times \text{Tiempo (h/jardín)}$$

Así mismo, el consumo de agua en riego localizado se ha estimado mediante:

- Inventario del número y caudal descargado por los emisores de riego localizado presentes en cada jardín.
- Cálculo del caudal total necesario para el sistema de riego localizado por jardín. Cálculo del volumen total aplicado una vez conocido el caudal necesario y el tiempo de riego por jardín.

Finalmente, el consumo de agua del riego por aspersión se ha estimado siguiendo los pasos descritos para el sistema de riego localizado.

3.3. Indicadores de gestión

Los indicadores de gestión de riego no son más que relaciones entre dos o más magnitudes, normalmente básicas, de la zona de riego, por lo que es necesario definir previamente los parámetros o variables que se van a usar para su cálculo (Pérez, 2003).

Los indicadores de gestión son una herramienta útil para optimizar los recursos hídricos. Se trata de un proceso sistematizado para garantizar la mejora continua a través de la comparación con datos y estándares internos (con previas comparaciones y objetivos futuros) o externos (organizaciones similares o con funciones parecidas) relevantes y factibles (Pérez, 2007).

Un indicador de gestión no es más que la expresión de una o más variables combinadas y medibles en la realidad (Cabrera, 2001). Los indicadores de gestión son magnitudes que nos van a relacionar variables, y que permitirán sintetizar la información, simplificando el análisis y posterior evaluación de la información recopilada. Las variables que forman los indicadores están referidas a los factores que intervienen en el manejo del jardín, como pueden ser la superficie regada, el volumen de agua aplicado, los costes riego, etc.

La metodología que se ha empleado para la caracterización del estado actual de los jardines se dividirá en dos partes:

- Un conjunto de descriptores que intentan caracterizar el entorno y la infraestructura existente.
- Un conjunto de indicadores de comportamiento: indicadores de uso de agua e indicadores financieros.

La caracterización de la gestión del agua de riego que actualmente se lleva a cabo en los jardines de los Reales Alcázares se ha realizado mediante el cálculo de los siguientes indicadores de gestión:

Indicadores del Uso del Agua.

- Suministro Relativo de Agua (RWS)
- Suministro Relativo de Agua por Precipitación (RRS)
- Relación entre el riego y las necesidades brutas (RRN)
- Relación entre superficies (RSU)
- Suministro de agua de riego por unidad de área regada (SRR)

Indicadores Financieros.

- Coste del manejo del sistema de riego por unidad de superficie (CRUS)
- Coste del manejo del sistema de riego por volumen de agua aplicada (CRVA)
- Coste energético por unidad de superficie (CEUS)
- Coste electricidad respecto los costes manejo del sistema de riego (CECT)
- Coste personal respecto los costes manejo del sistema de riego (CPCT)
- Relación horas riego y horas totales (HR)
- Empleados por unidad de área (PS)

4. CARACTERIZACIÓN DE LOS JARDINES

4.1. Introducción

Los Jardines del Real Alcázar configuran una auténtica recapitulación de la historia de la jardinería, en una ciudad como Sevilla cuyo clima favorece la fertilidad de las plantas y las flores. Los postulados seguidos en la restauración y conservación de los jardines son la fidelidad al origen, el respeto del tiempo, la valoración de los aportes, la anulación de las disonancias y la aportación coherente de nuestra época.

Los Jardines suponen una parte fundamental del Alcázar, habiendo experimentado diversas transformaciones estilísticas, desde su trazado primitivo. En el paseo por los Jardines del Alcázar se aúnan caracteres árabes, renacentistas y modernos. Están dispuestos en terrazas, de vegetación verdeante, multitud de naranjos y palmeras, con fuentes y pabellones donde se respira frescor y quietud, lugar para el sosiego y descanso en la ciudad. Los íntimos y silenciosos patios de delicada vegetación conforman los núcleos palaciegos. Las antiguas huertas, con el transcurrir del tiempo, se han transformado en exquisitos jardines gratificantes a los sentidos: flores para la vista y el olfato y fuentes y pájaros para el oído, siempre acompañados por el agua con su susurro, frescor, reflejos y movimiento.

En la actualidad, los jardines del Alcázar ocupan una superficie de unos 70.000 metros cuadrados y albergan más de 170 especies vegetales diferentes. Se pueden considerar divididos en dos partes, Huerta de la Alcoba (derecha) y Huerta del Retiro (izquierda) separadas por la Galería de Grutescos. La Huerta del Retiro constaría del Jardín de los Poetas y del Marqués de la Vega Inclán, mientras que la antigua Huerta de la Alcoba se subdivide en jardines hispanoárabes, jardín de las Damas, de la Cruz, de Carlos V e Inglés.

La parte más próxima al palacio, realizada en época renacentista, se encuentra compartimentada por muros decorados con fuentes y portadas manieristas, sin ninguna vinculación entre ellos, lo que los enlaza con la herencia musulmana, al igual que la proliferación de fuentes bajas forradas de azulejos y la práctica de cubrir los muros con naranjos en espaldera.

Se puede contemplar el Alcázar al completo y la situación de los jardines en el Plano N° 2: Distribución de los jardines. Al final del proyecto, se adjunta el Inventario Botánico del profesor Pedro Romero Zarco, proporcionado por el Alcázar

4.2. Jardines y Patios Históricos

Son los jardines con más antigüedad. Patios o jardines de pequeña superficie que se encuentran entrelazados unos con otro y con los palacios. Estos patios y jardines se riegan fundamentalmente con manguera, ya que tienen muy poca vegetación y toda en pequeños arriates, excepto el jardín del León, del Crucero, del Príncipe y de Doncellas que se riega con goteo y/o aspersión.

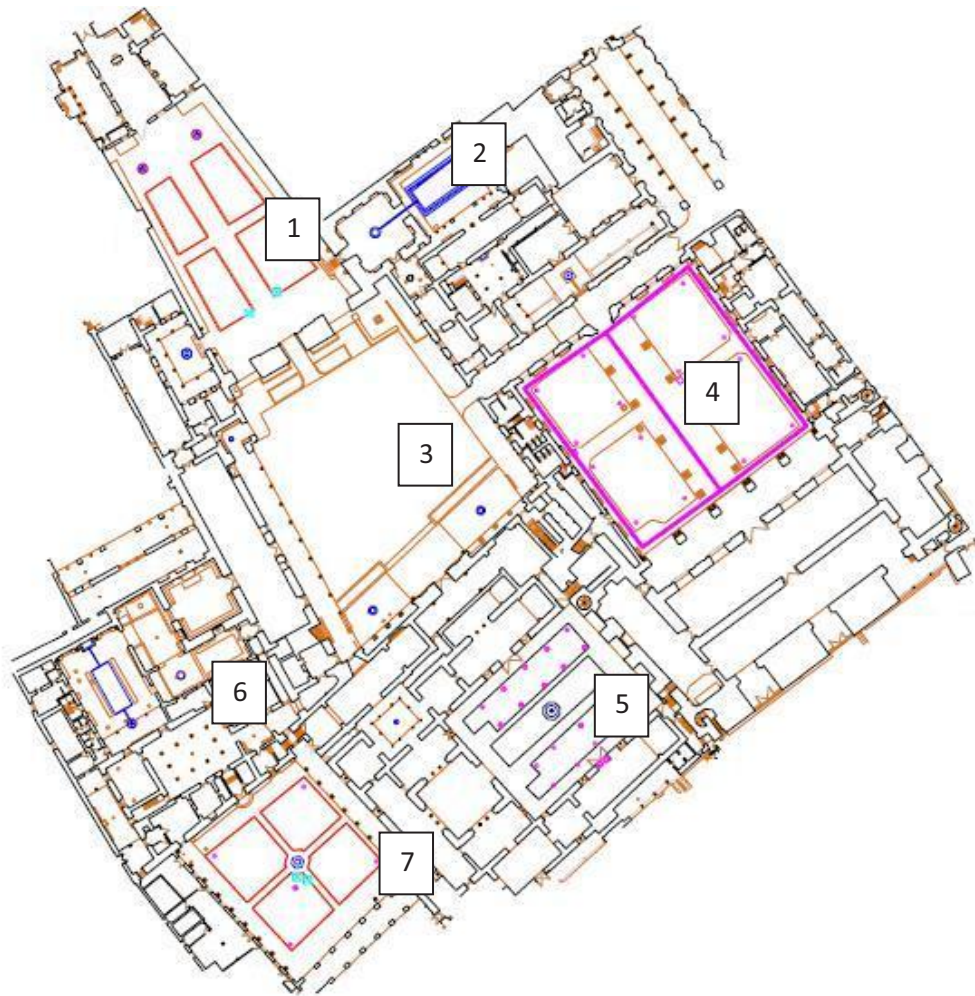


Figura 3. Situación de los Jardines Históricos.

1. Patio del León; 2. Patio del Yeso; 3. Patio de la Montería; 4. Patio del Crucero; 5. Patio de las Doncellas; 6. Patio del Asistente, de Levies y de Romero Murube; 7. Jardín del Príncipe

4.2.1. Patio del León

La Puerta del León, cuyo nombre original es Puerta de la Montería, debe su nombre al león que se encuentra sobre la misma, es donde empieza el recorrido por el Alcázar.

Tabla 2. Especies del Patio del León

Este patio es el primero que nos encontramos, tiene unas características muy diferentes a las que presentaba originalmente. En la actualidad se encuentra dividido en cuatro parterres bordeados con setos de mirtos. Las especies que podemos encontrar en este patio son las proporcionadas en la tabla 1.

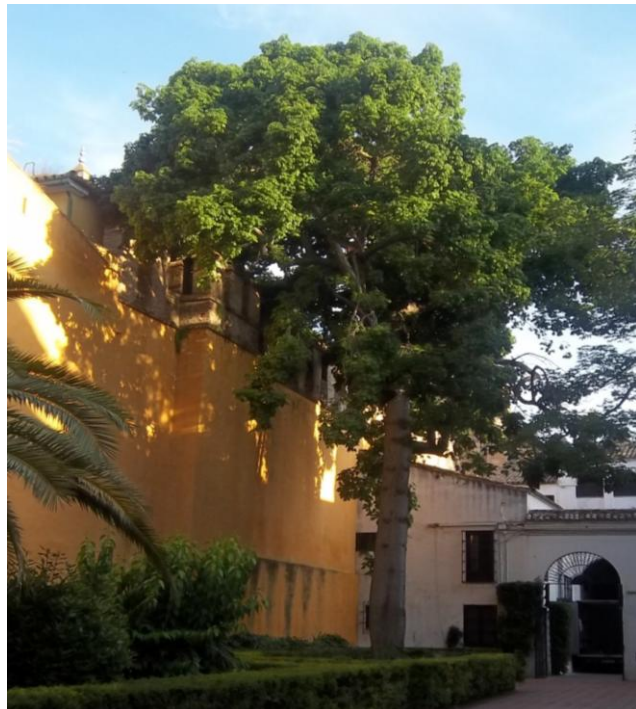
Nombre Científico	Nombre común
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Buganvilla
<i>Chorisia speciosa</i>	Palo borracho
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés
<i>Jasminum officinalis</i>	Jazmín
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel
<i>Musa paradisiaca</i>	Bananero
<i>Myrtus communis</i>	Mirto
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera datilera
<i>Rosa banksiae</i>	Rosal
<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca robusta
<i>Chimonanthus praecox</i>	Macasar

El “Palo borracho” es una especie caducifolia que en otoño presenta grandes flores purpuras. Se caracteriza por el tronco poblado de grandes púas.

El “Macasar” es una planta que presenta hojas amarillo rojizas estrelladas en invierno.

En la parte izquierda del patio del León, se encuentra la Sala de Justicia, que comunica con el patio del Yeso.

Ilustración 1. Palo Borracho, Patio del León



4.2.2. Patio del Yeso

Este espacio corresponde a parte de los restos de uno de los palacios levantados por los almohades, descubiertos por Tubino en 1890 y posteriormente consolidado. Es una construcción almohade de planta rectangular y con una alberca central rodeada de setos de mirto, ornamentada con arquerías en yeso.



Ilustración 2. Patio del Yeso

4.2.3. Patio de la Montería

Contiguo al patio del León separado de este por un muro de triple entrada. Debe su nombre a las reuniones de caballeros y monteros que aquí se producían. Es un patio enlosado cuyos parterres se encuentran bordeando la planta.

Este patio presenta una escasa vegetación compuesta por:

Tabla 3. Especies del Patio de la Montería

Nombre Científico	Nombre común
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Buganvilla
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés
<i>Myrtus communis</i>	Mirto
<i>Rosa banksiae</i>	Rosal
<i>Colocasia esculenta</i>	Oreja de elefante
<i>Punica granatum</i>	Granado
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Pacífico
<i>Lantana camara</i>	Lantana
<i>Monstera deliciosa</i>	Costilla de Adán
<i>Musa paradisiaca</i>	Bananero
<i>Hedera helix</i>	Hiedra

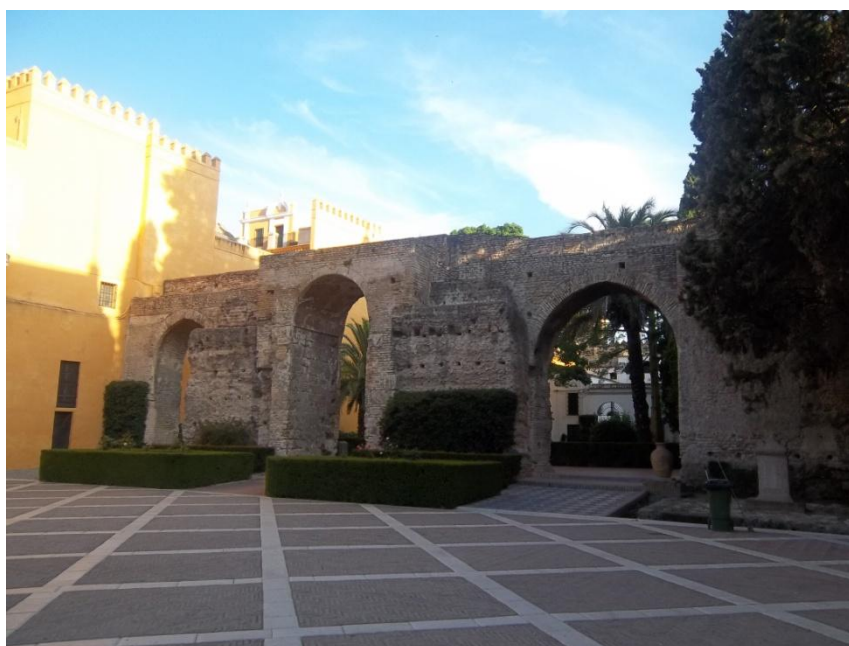


Ilustración 3. Muro de triple entrada que separa el Patio de la Montería del Patio del León

4.2.4. Patio del Crucero o Jardín de María Padilla

Su nombre se debe a María Padilla, amante y esposa de Pedro I.

Jardín de crucero creado por los almohades en el siglo XII y remodelado por Alfonso X en el siglo XIII. Estaba organizado en dos niveles: uno superior sostenido por bóvedas, con cuatro andenes que se cortaban en el centro y un andén periférico alrededor de la planta rectangular y otro inferior, cinco metros por debajo del primero.

El nivel inferior tenía una alberca y estaba plantado de naranjos. Las copas de los árboles protegían este jardín sombrío y húmedo, muy adecuado para la época estival. Estas bóvedas estivales y galerías subterráneas posiblemente del siglo XVI dan a una alberca popularmente conocida como los Baños de María Padilla.

El nivel superior, corresponde al nivel actual constituía un paseo soleado en el que las copas de los árboles, sus flores y frutos, quedaban al alcance de la mano.

Tras el terremoto de Lisboa en 1755, se rellenaron los cuadros del crucero hasta llegar al nivel actual, perdiéndose así el jardín subterráneo. Actualmente el patio está dividido en cuatro parterres delimitados por setos de mirto e internos de bonetero (*Euonimus japonimus*). En él se encuentran:

Tabla 4. Especies del Jardín de María Padilla o Patio del Crucero

Nombre Científico	Nombre común
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Buganvilla
<i>Citrus spp.</i>	Cítricos
<i>Jasminum humile</i>	Jazmín arbustivo
<i>Jasminum officinalis</i>	Jazmín
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera datilera
<i>Lagerstroemia indica</i>	Árbol de Júpiter
<i>Plumbago auriculata</i>	Celestina
<i>Tecomaria capensis</i>	Jazmín del Cabo
<i>Myrtus communis</i>	Mirto



Ilustración 4. Patio del Crucero

Las buganvillas, jazmines, jazmines arbustivos, celestinas, rosales, jazmín del Cabo y damas de noche se observan en sus paredes.

4.2.5. Patio de Doncellas

Por el jardín del Príncipe accedemos al Patio de las Doncellas rodeado de galerías y salas decoradas con bellos azulejos y techos mudéjares, una obra maestra del arte mudéjar andaluz. Desde la entrada al patio de las doncellas nos encontramos a la derecha la Alcoba Real, enfrente se encuentra el salón de embajadores y a la izquierda el salón del Techo de Carlos V. En la planta superior del palacio se encuentran los apartamentos reales, redecorados en el siglo XVIII.

Es un patio rectangular que presenta en la planta baja una serie de arcos lobulados sobre dobles columnas de mármol y en la planta superior, una arcada de medio punto sobre columnillas jónicas de mármol con balaustrada, que fue añadida hacia 1540, bajo el reinado del rey Carlos V por el arquitecto real Luis de Vega. En 1572, en época del rey Felipe II, se cambió la fisonomía del patio, procediéndose a enlosar el mismo, colocándose una fuente en el centro. En los primeros años del siglo XXI, el patio ha recuperado la primitiva estructura que tenía en los tiempos del rey Pedro I, esta configuración ha supuesto la desaparición de las losas del patio y su

sustitución por una alberca que corre a lo largo del mismo, rodeada por arriates rehundidos.

Los arriates contienen naranjos, *Citrus aurantinun*



Ilustración 5. Patio de Doncellas

4.2.6. Patio del Asistente

En el siglo XVII, esta zona del Alcázar se adecuó para alojar la vivienda del Asistente (Alcalde) de Sevilla, Pablo de Olavide, quién organizó aquí una importante tertulia literaria, en introdujo en Andalucía las luces de la ilustración. Esta remodelación dio lugar a tres patios.

El patio del Asistente, de tradición castellana, acoge hoy una colección de azulejos sevillanos del siglo XV al XX, entre los que destaca la obra renacentista del italiano Niculoso Pisano. Es un patio cuadrangular enlosado que carece de vegetación. Lo destacado respecto a esta es una maceta en el centro con una Cica, *Cycas revoluta*



Ilustración 6. *Cycas revoluta*, Patio del asistente

4.2.7. Patio de Levies

Recibe este nombre porque en uno de sus lados se colocó una galería procedente de la Casa de los Levies, en la judería de la ciudad. Esta galería se compone de cuatro arcos de medio punto sobre columnas y pilastras de aires renacentistas. En otro lateral del patio se conserva un panel barroco de azulejos que representa a la Inmaculada.

De planta rectangular, compuesto por un estanque central que lleva su nombre y rodeado de trepadoras en sus muros:

- *Hederá hélix*, hiedra
- *Hedera hélix sub canariensis*, hiedra de canarias
- *Jazminun humile*, jazmín arbustivo
- *Jazminun officinalis*, jazmín
- *Lantana camara*, lantana
- *Tetrastigma voineriana*, vid trepadora
- *Bougainvillea spectabilis*, buganvilla



Ilustración 7. Patio de Levies

4.2.8. Patio de Romero Murube

Alude al nombre de este escritor, quien fuera también conservador del Alcázar entre los años 1934 y 1969. El estilo del conjunto recuerda a la arquitectura doméstica sevillana del siglo XIX.

La única vegetación en este patio es la encontrada en los arriates con:

- *Jazminun officinalis*, jazmín
- *Bougainvillea spectabilis*, buganvilla
- *Hibiscus rosa-sinensis*, pacifico
- *Cupresus sempervivens*, ciprés
- *Chlorophytum comosum*, cintas



Ilustración 8. *Chlorophytum comosum*

4.2.9. Jardín del Príncipe

El jardín del Príncipe hace referencia a Don Juan, primogénito de los Reyes Católicos, que nació en 1478 en una de las habitaciones contiguas a este patio. Fue modificado a finales del siglo XVI, cuando Lorenzo de Oviedo elaboró el proyecto para construir la llamada Galería del Príncipe en el Palacio Alto, que separa este jardín del de las Flores. Los lados restantes del conjunto corresponden a modificaciones del siglo XX.

Es un espacio ajardinado dividido en cuatro bloques, delimitados con setos de mirto y con una pequeña fuente de mármol blanco en el centro. En la fachada de la derecha hay dispuestas una hilera de columnas con sus bases y capiteles y única función ornamental. El trazado es de crucero y tiene una plantación heterogénea e irregular. Por la puerta de la derecha, se accede al jardín de las Doncellas.

Las especies de este patio son:

Tabla 5. Especies del Jardín del Príncipe

Nombre Científico	Nombre común
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoyo
<i>Citrus spp.</i>	Cítricos
<i>Hibiscus mutabilis</i>	Amolaruzo
<i>Hibiscus syriacus</i>	Altea
<i>Livistona chinensis</i>	Latanía borbónica
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio
<i>Myrtus communis</i>	Mirto
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera datilera
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	Cerezo de Jerusalén
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia

El naranjo moruno, *Citrus aurantium*, se caracteriza por sus hojas y frutos reducidos. También destacan los setos de mirto recortados dando formas características.



Ilustración 9. Setos de mirto del Jardín del Príncipe

4.3. Jardines Hispanoárabes

Son un cinturón de jardines que rodean las salas y palacios. Los jardines musulmanes o hispano-musulmanes se encuentran siempre conectados con un espacio construido y son estancias abiertas de las estancias limítrofes. Son jardines aislados del exterior por cercas y divididos entre sí también por cercas. Se caracterizan por ser jardines cerrados, de pequeñas dimensiones, simétricos con la privacidad garantizada por sus grandes tapias y de carácter sensual con árboles de flor que tengan olor y vista.

El riego de estos jardines, excepto el de la Alcobilla y el de Troya, que es a manguera y el de la Danza, que es con goteo, se hace mediante aspersores o difusores en los parterres además de con goteros que bordean estos parterres.

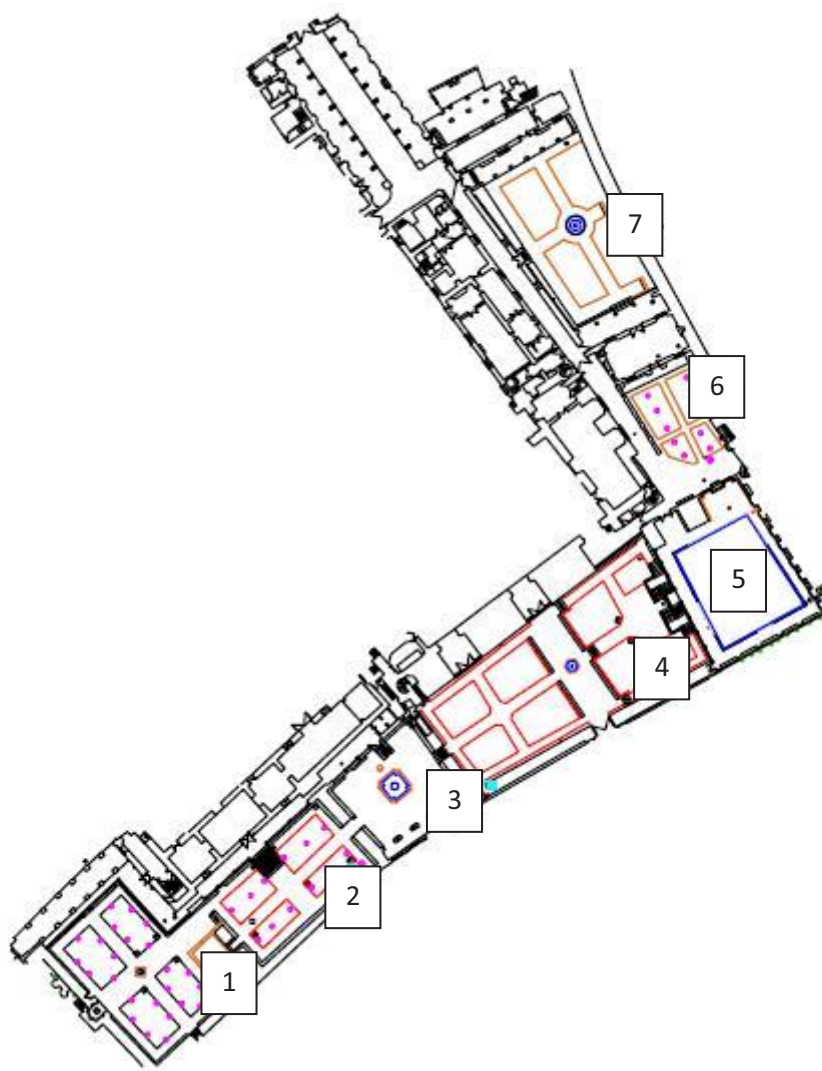


Figura 4. Jardines Hispanoárabes.

1. Jardín de las Flores; 2. J. de la Galera; 3. J. de Troya; 4. J. de la Danza; 5. Estanque de Mercurio; 6. J. del Chorrón; 7. J. de la Alcubilla;

4.3.1. Jardín de las Flores

También llamado de los Puercos o de la Gruta Vieja. El antiguo Jardín de los Puercos era un corral arrendado a particulares que cultivaban la Huerta de la Alcoba. Se convirtió en jardín en 1.576, durante el reinado de Felipe II.

Patio rectangular con una fuente de mármol en el centro, manierista del siglo XVII, y a nuestra izquierda, una antigua alberca, transformada en estanque, con restaurados azulejos renacentistas y adornos de grutesco. Presenta un nicho de medio

punto cubierto en su interior con piedra de risco. Frente al estanque persisten los restos de una gruta-fuente construida a finales del siglo XVI, en la que se encuentra el busto del emperador Carlos V.

Las especies son que se pueden contemplar en los parterres son:



Ilustración 10. Naranjo amargo y clavelinas del Jardín de las Flores

Tabla 6. Especies del Jardín de las Flores

Nombre Científico	Nombre común
<i>Citrus aurantium</i> var. <i>Mirtyfolia</i>	Naranjo moruno
<i>Clivia miniata</i>	Clivia
<i>Muehlenbeckia complexa</i>	Enredadera de alambre
<i>Salvia splendens</i>	Banderilla
<i>Dianthus caryophyllus</i>	Clavelinas
<i>Passiflora caerulea</i> ,	Rosa de la pasión
<i>Citrus aurantium</i> var. <i>Amara</i>	Naranjo amargo
<i>Euphorbia</i> (= <i>Poinsettia</i>) <i>pulcherrima</i>	Páscuelo
<i>Jasminum officinalis</i>	Jazmín
<i>Rosa banksiae</i>	Rosal
<i>Doxantha unguis-cati</i>	Uña de gato

A este jardín se puede acceder por el Jardín del Príncipe, por el jardín de la Cruz y por el de la Galera.

4.3.2. Jardín de la Galera

Constituido entre el jardín del Príncipe y el jardín de Troya. Posee un corredor posiblemente de origen del siglo XVI. Un muro con arco central lo separa del contiguo Jardín de las Flores. También es llamado de Alfonso XIII. El origen de su nombre se encuentra en los setos de mirto que adornaban este jardín, recortados en forma de galeras, que se cañoneaban unas a otras mediante chorros de agua; el artificio ya no existe hoy en día. Una pérgola con pedestales decorados con relieves renacentistas comunica este espacio con el Palacio del Rey Don Pedro.

En 1991, se levantó una columna en homenaje al poeta y rey taifa de Sevilla Al-Mutamid, incluyéndose en esta sus versos referentes a la ciudad.



Ilustración 11. Jardín de la Galera

Al igual que los anteriores, de planta rectangular con cuatro parterres. Las especies son:

Tabla 7. Especies del Jardín de la Galera

Nombre Científico	Nombre común
<i>Acanthus mollis</i>	Acanto
<i>Citrus aurantium</i> var. <i>Amara</i>	Naranja amargo
<i>Justicia adhatoda</i>	Justicia
<i>Myrtus communis</i>	Mirto
<i>Wisteria sinensis</i>	Glicinia
<i>Lagerstroemia indica</i>	Árbol de Júpiter
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardía
<i>Tetrapanax papyrifer</i>	Aralia papelera

La “Aralia papelera”, *Tetrapanax papyrifer* es un arbusto de enormes hojas persistentes de un metro de longitud con flores blancas durante el invierno.

4.3.3. Jardín de Troya

También llamado jardín de las Infantas, este jardín adosado a la zona palaciega tiene origen musulmán que se mantiene hoy en detalles como la intimidad proporcionada por los muros que los separan del jardín de las damas, la musicalidad de las fuentes y la fragancia de las plantas aromáticas. La fuente central consta de una taza del siglo X, con caños en forma de cabeza de león. La galería rústica que cierra el jardín fue realizada por Vermondo Resta en 1606, en estilo manierista, siguiendo la moda renacentista de la época.

También es llamado del Laberinto, nombre debido a las calles que componían su solería, en el centro del mismo se encuentra una fuente. Este laberinto que aquí existía fue suprimido a principios del siglo XX. En este patio se encuentra uno de los pozos, el pozo de Troya (o de las Infantas).



Ilustración 12. Jardín de Troya

Solo se encuentra vegetación en los muros del patio. También hay cuatro macetas alrededor de la fuente con Limonero (*Citrus lemon*).

Tabla 8. Especies del los muros del Jardín de Troya

Nombre Científico	Nombre común
<i>Citrus aurantium</i> var. <i>Mirtyfolia</i>	Naranja moruno
<i>Rosa banksiae</i>	Rosal
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Pacífico
<i>Nephrolepis exaltata</i>	Helecho común
<i>Mirabilis jalapa</i>	Don Diego de noche

4.3.4. Jardín de la Danza

Con dos niveles, el superior (más cercano al Estanque de Mercurio) está presidido por dos columnas sobre las que se colocaron sendas esculturas mitológicas que representaban una ninfa y un sátiro, del siglo XVI. Estas figuras, que ya no existen, junto con las que estuvieron recortadas por los jardineros en los setos de arrayanes, parecían danzar, dieron nombre al jardín.

Bajando seis escalones accedemos a un nivel inferior del que venimos. En el centro, se conserva una fuente con azulejos y surtidor del siglo XVI y a la izquierda hay puerta que conecta con el Jardín de las Damas. En el muro de la derecha, se abre una galería que conduce a los Baños de María Padilla.

Tiene un aspecto muy distinto al que presentaba en el pasado, ya que hasta mediados del siglo XIX no había ni árboles ni palmeras. Los dos majestuosos y longevos magnolios de los parterres superiores, son los elementos más espectaculares del jardín.

Además encontramos (diferenciando la zona superior de la inferior):

Tabla 9. Especies de los parterres superior e inferior del Jardín de la Danza

Nombre Científico	Nombre común
<i>Acanthus mollis</i>	Acanto
<i>Euonymus japonicus</i>	Evónimo
<i>Lantana camara</i>	Lantana
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio
<i>Muehlenbeckia complexa</i>	Enredadera de alambre
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia
<i>Doxantha unguis-cati</i>	Uña de gato
<i>Plumbago auriculata</i>	Celestina
<i>Datura suaveolens</i>	Datura
<i>Hibiscus mutabilis</i>	Amolaruzo
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Pacífico
<i>Lagerstroemia indica</i>	Árbol de Júpiter
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	Cerezo de Jerusalén

Alrededor de todo el jardín hay un arriate con naranjo amargo.

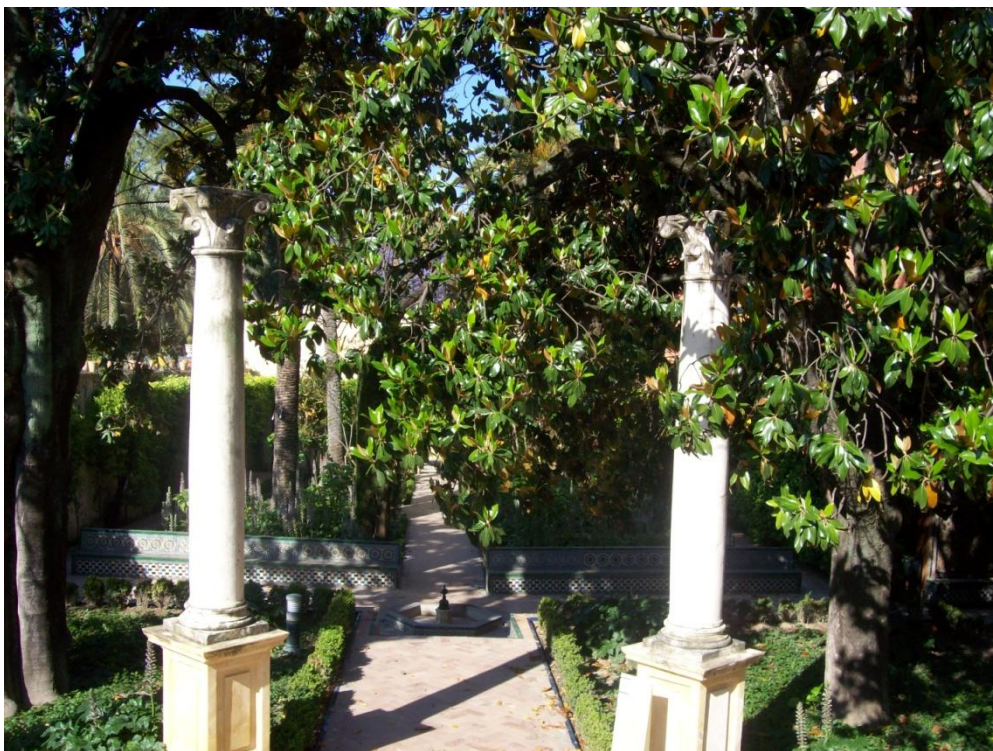


Ilustración 13. Columnas del Jardín de la Danza



Ilustración 14. Parterres inferiores y fuente del Jardín de la Danza

4.3.5. Estanque de Mercurio

La espectacularidad le viene del permanente caño de agua que, desde una altura de unos cinco metros, cae en el amplio estanque. Formado por un gran estanque, situado a la altura del palacio y más alto por tanto que el resto de los jardines, se encuentra presidida la alberca por la figura del dios Mercurio, realizada por Diego de Pesquera y fundida por Bartolomé Morel en 1576, de estos autores son también las barandas con leones en escudos en sus ángulos y 18 bolas con remates piramidales que rodean el estanque. Todas estas piezas fueron doradas en su origen, quedando algún resto del recubrimiento. De fondo se encuentra la Galería del Grutesco para cuya construcción se aprovechó un antiguo lienzo de muralla almohade. Su transformación en mirador y decoración se debe fundamentalmente a Vermondo Resta, realizada alrededor de 1612, siendo considerada la más manierista del Alcázar, está realizada por labores rústicas en piedras de distinto tipo que simulan rocas marinas. Con estos elementos pétreos también se enmarcan espacios cuadrangulares y de medio punto en los que en su mayoría hay pinturas murales imitando mármol rojizo, en las que también se pintaron figuras, fábulas mitológicas y aves exóticas, realizadas por Diego de Esquivel en el siglo XVII. La galería se encuentra rematada en la parte superior a modo de castillete almenado. Frente al estanque, se conserva una fuente con órgano hidráulico del siglo XVII, recientemente restaurada.



Ilustración 15. Estanque de Mercurio

Aunque este espacio carezca de vegetación, es uno de los más importantes del Alcázar y merece ser mencionado.

4.3.6. Jardín del Chorrón

El jardín del chorrón se separó del estanque de Mercurio, durante el reinado de Felipe II en el siglo XVI. Debe su nombre al impresionante chorro de agua que, procedente de los Caños de Carmona, caía desde los alto, en el Estanque. Nos encontramos este jardín al salir de los salomes de Carlos V. También se conoce como el jardín de la China, ya que en sus parterres podemos encontrar naranjos morunos (*Citrus aurantium* var. *Mirtyfolia*) y falsos pomelos (*Citrus maxima*), característicos por sus pequeños y enormes frutos respectivamente. Además en estos cuatro parterres podemos observar:

Tabla 10. Especies del Jardín del Chorrón

Nombre Científico	Nombre común
<i>Datura arborea</i>	Brugmancia
<i>Myrtus communis</i>	Mirto
<i>Trachycarpus fortunei</i>	Palmera de la suerte
<i>Chlorophytum comosum</i>	Cintas

En el muro encontramos macetas con *Senecio cineraria*, senecio y, en las paredes que limitan con el Estanque de Mercurio, *Bougainvillea spectabilis* (Buganvilla).



Ilustración 16. Jardín del Chorrón

4.3.7. Jardín de la Alcubilla

También es conocido como patio del Tennis, puesto que aquí mandaron los reyes a situar una pista para practicar este deporte a principios del siglo XX, siendo la primera pista de tenis construida en España.

La fuente central del siglo del siglo XVII, perteneció al palacio que la familia Sánchez Dalp tenía en Sevilla y fue ubicada en el patio en los años setenta.

En la galería del lado norte se ha conservado una arquería mudéjar que pertenecía al llamado Cuarto del Sol. La galería del lado sur de al Pabellón de la China, llamado así por albergar en su interior la cerámica de la familia real en época del primer rey Borbón, Felipe V, quien habitó en el Real Alcázar de Sevilla de 1799 a 1733.



Ilustración 17. Riego en los rosales del Jardín de la Alcubilla

Cuatro parterres en torno a una fuente central en los que se desarrollan:

Tabla 11. Especies del Jardín de la Alcobilla

Nombre Científico	Nombre común
<i>Citrus aurantium</i> var. <i>Amara</i>	Naranja amargo
<i>Citrus limon</i>	Limonero
<i>Rosa banksiae</i>	Rosal
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardía
<i>Hibiscus syriacus</i>	Altea

En los muros que le rodean encontramos jazmines (*Jasminum officinalis*) y clivias (*Clivia miniata*). También arriates con *Monstera deliciosa*.

4.4. Jardín de las Damas

Construido en el siglo XVII para la boda en 1526 de Carlos V con la infanta Isabel de Portugal. Es una época de esplendor y las corrientes renacentistas influirán en la construcción de estos jardines.

Son jardines grandes. Elegantes, propios de este acontecimiento. Los trazados paralelos y perpendiculares de las calles, que estructuran el espacio en ocho cuadrantes, suponen una clara ruptura con los diseños de los jardines musulmanes que existían anteriormente. Se realizó una ampliación en el siglo XVII a expensas de la Huerta de la Alcoba, quedando el jardín limitado por una cerca almohade reconstruida denominada la Galería del Grutesco. Bajo las influencias barrocas se crean fuentes-grutas laterales, apoyadas en la cerca pobladas con extrañas figuras mitológicas de barro que producían curiosos sonidos generados por la presión del agua. A la vez, se construyeron numerosos surtidores-sorpresa, burladores, ocultos en el suelo que, al liberar esporádicamente arcos de agua, sorprendían a los visitantes y refrescaban el ambiente.

Destaca también la Fuente del órgano o fuente de la Fama. Leonardo Lombardi restableció, fabricando un nuevo mecanismo con depósito de agua controlado, teniendo como referencia los que se pusieron en las épocas del tardo renacimiento y del barroco. El mecanismo posibilita la reproducción de los motivos musicales. Fue fabricado y restaurado en 2006 en Inglaterra por Roney Briscoe, quien a partir de entonces se desplaza dos veces al año (primavera y otoño) para mantener en perfecto estado el sistema hidráulico musical.

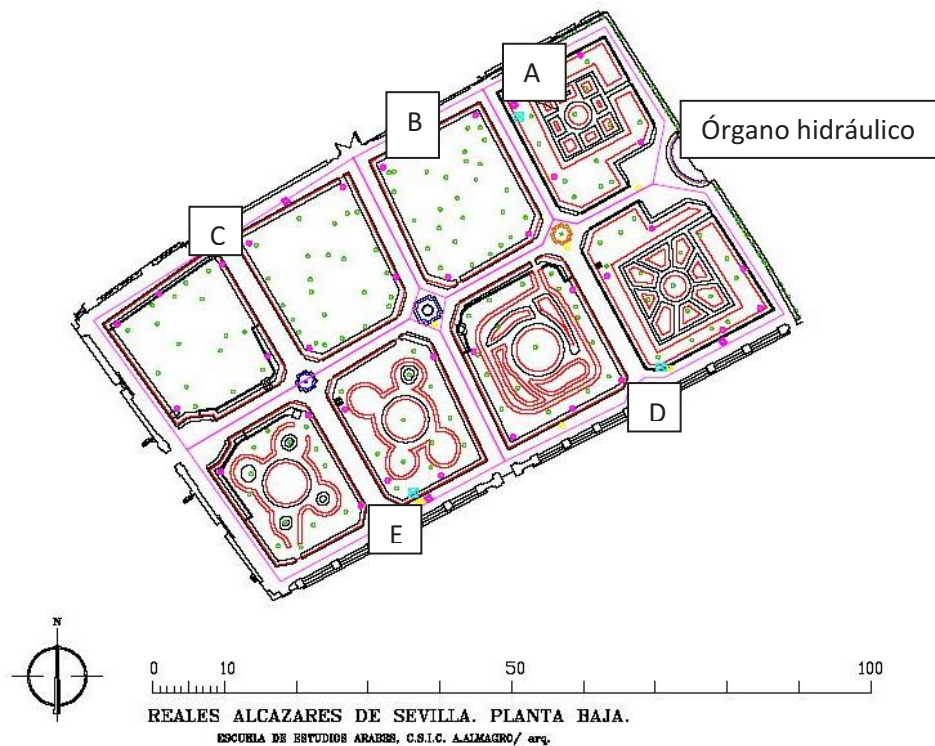


Figura 5. Jardín de las Damas. Sectores

En el centro se levanta una hermosa fuente de mármol del siglo XVIII con una pequeña estatua del dios mitológico Neptuno (actualmente en reparación).

Los setos de boj y plantas se recortaban cuidadosamente para formar los emblemas heráldicos de la Casa Real Española. El mirto adopta formas humanas, mitológicas o de animales, transformándose en manieristas figuras con cabezas y manos de madera. En este jardín tampoco existían árboles, estos son introducidos a mediados del siglo XIX. Actualmente, los setos de mirto y boj delimitan los ocho parterres que se riegan con unos cuatro o cinco aspersores por parterre, además del riego localizado bordeando estos. La vegetación está ordenada según los cinco sectores de riego, además de los muros que rodean este jardín.

Tabla 12. Especies del Jardín de las Damas según sectores de riego

Nombre Científico	Nombre común	Sector D	
Sector A		<i>Buxus sempervirens</i>	Boj
<i>Buxus sempervirens</i>	Boj	<i>Myrtus communis</i>	Mirto
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria
<i>Erythrina cista-galli</i>	Seibó	<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia	<i>Prunus amygdalus</i>	Almendro
Sector B		<i>Prunus persica</i> var <i>florepleno</i>	Melocotonero de flor
<i>Buxus sempervirens</i>	Boj	Sector E	
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	<i>Buxus sempervirens</i>	Boj
<i>Clivia miniata</i>	Clivia	<i>Myrtus communis</i>	Mirto
<i>Cycas revoluta</i>	Cicas	<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia
<i>Philadelphus coronarius</i>	Celinda	<i>Araucaria exelsa</i>	Araucaria
<i>Prunus persica</i> var <i>florepleno</i>	Melocotonero de flor	<i>Deutzia scabra</i>	Celinda de espigas
<i>Thevetia peruviana</i>	Campanilla amarilla	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio
<i>Viburnum opulus</i>	Mundillo	<i>Philadelphus coronarius</i>	Celinda
<i>Umbiculus rupestris</i>	Omblogo de Venus	<i>Prunus persica</i> var <i>florepleno</i>	Melocotonero de flor
Sector C		Arriates	
<i>Buxus sempervirens</i>	Boj	<i>Citrus aurantium</i> var. <i>Amara</i>	Naranja amarga
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	<i>Euphorbia</i> (= <i>Poinsettia</i>) <i>pulcherrima</i>	Páscuelo
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria	<i>Hedera helix</i>	Hiedra
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia	<i>Jasminum humile</i>	Jazmín arbustivo
<i>Citrus X paradisi</i>	Pomelo	<i>Jasminum officinalis</i>	Jazmín
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	<i>Tecomaria capensis</i>	Jazmín del Cabo
<i>Pittosporum tobira</i>	Pitosporo		
<i>Prunus persica</i> var <i>florepleno</i>	Melocotonero de flor		
<i>Viburnum opulus</i>	Mundillo		
<i>Viburnum tinus</i>			
<i>Carya illinoensis</i>	Nuez de Pecan		
<i>Chorisia speciosa</i>	Palo borracho		
<i>Senecio petasitis</i>	Senecio		

En las fuentes se desarrollan paraguaitas *Cyperus alternifolius*.



Ilustración 18. Jardín de las Damas

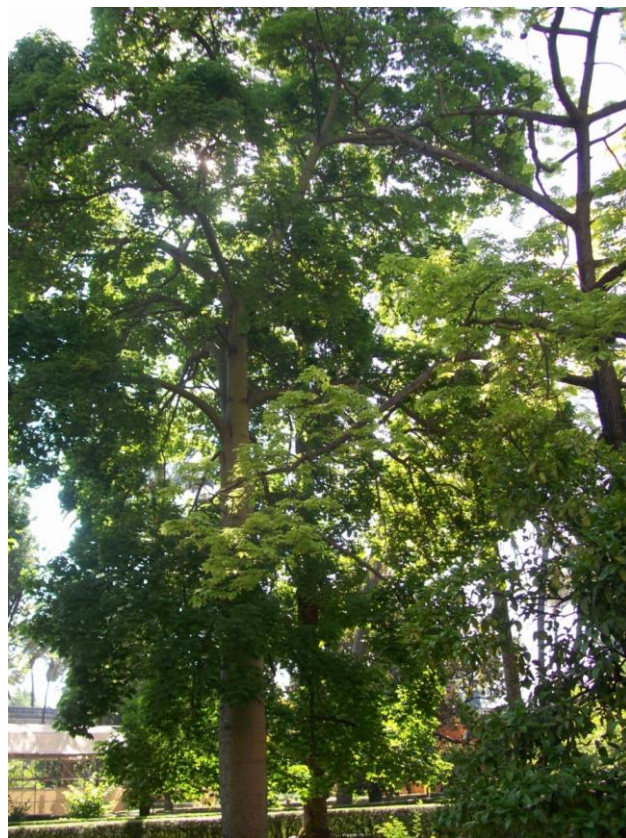


Ilustración 19. Carya illinoensis, Nuez de Pecan

4.5. Jardín de Carlos V

En este jardín se conserva un cenador construido a mediados del siglo XVI, con planta cuadrada, pórticos en sus frentes y cubierta por una bóveda semiesférica. En él Carlos V encontrada una gratificante atmósfera durante los calurosos días de verano. De aire mudéjar, decorado con azulejos de Triana, presenta en su interior una fuente de mármol. Bajo una de las ventanas, en una losa, aparece el trazado del antiguo y complejo laberinto que existía en el Alcázar y del que no queda nada. En el siglo XVII, con el reinado de Felipe II se ordeno la formación de estos jardines. Junto al cenador se encuentra un estanque cuyo león justifica el nombre del jardín.

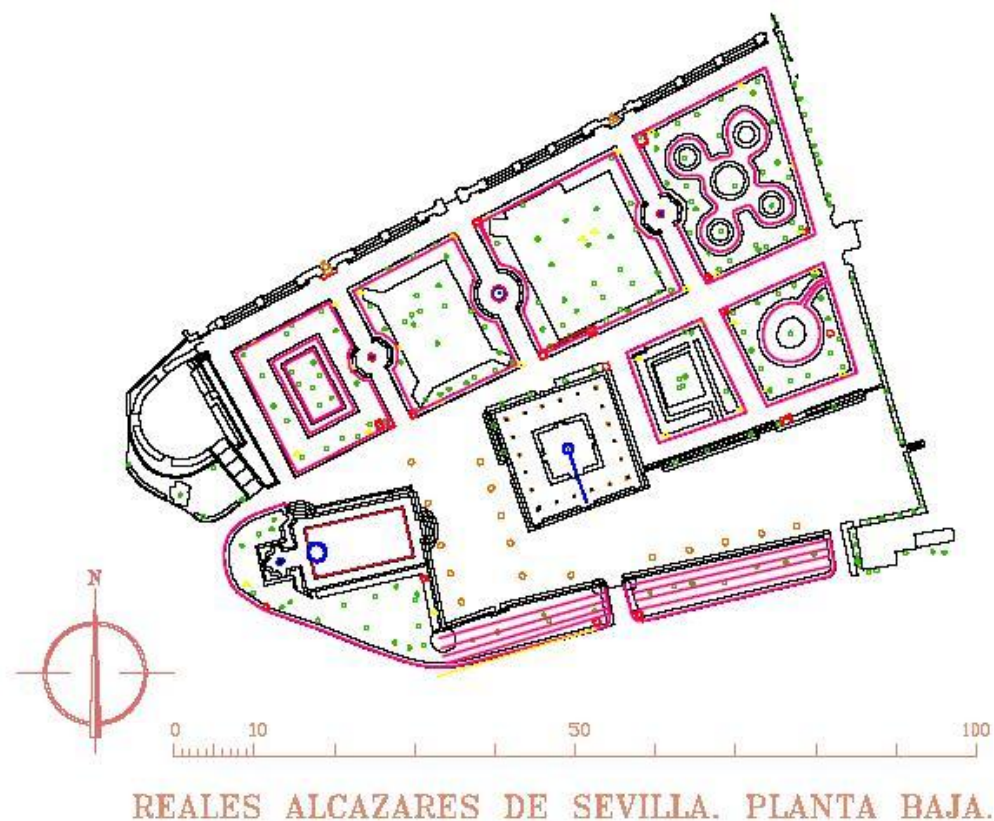


Figura 6. Jardín de Carlos V

El boj dado que soporta situaciones de sol y sombra ha sido utilizado para formar la mayoría de los setos. Poblado de hojas perennes y pequeñas, es capaz de superar los 8 metros de altura. Sus pequeñas flores amarillas originan frutos de color negro (*Buxus sempervivens*) siempre verde, de la misma tonalidad. El boj contiene un alcaloide, la buxina, que presenta propiedades toxicas. Actualmente presenta seis

parterres delimitados por setos de boj y de bonetero con riego por aspersión y riego localizado. Alberga especies como:

Tabla 13. Especies del Jardín de Carlos V

Nombre Científico	Nombre común
<i>Agave americana</i>	Pita
<i>Aloe arborescens</i>	Aloe
<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol del amor
<i>Citrus spp.</i>	Cítricos
<i>Cuphea micropetela</i>	Planta del cigarro
<i>Euonymus japonicus</i>	Ebonimo
<i>Melia azedarach</i>	Árbol del Paraíso
<i>Pandorea jasminoides</i>	Bignonia
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel
<i>Rosa banksiae</i>	Rosal
<i>Viburnum suspensum</i>	Durillo de flor
<i>Tetrastigma voineriana</i>	Vid trepadora
<i>Viburnum tinus</i>	
<i>Ruta graveoleus</i>	Ruda (Rutácea)
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Pacífico
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera datilera
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmito

La *Cuphea micropetala*, conocida como “cufea”, es un arbusto mejicano de hojas elípticas, que durante gran parte del año presenta numerosas flores alargadas de color amarillo anaranjado.

La *Tetrastigma voineriana*, vid de adorno, podemos encontrarla en el muro que separa este patio del jardín de las Damas. Trepadora, asiática con grandes hojas y zarcillos.

En la zona de detrás del estanque del León podemos ver una gran Nuez de Pecan (*Carya illinoensis*) y un enorme Palo Borracho (*Chorisia speciosa*).

Desde el cenador de Carlos V dirigiéndose al actual laberinto de cipreses y mirto, observamos, en la parte externa del jardín, una ave del paraíso (*Strelitzia reginae*) y junto a ella, el azufaifo, *Zizyphus jujuba*, árbol caducifolio provisto de espinas con pequeños frutos rojizos y oscuros comestibles.



Ilustración 20. Tetrastigma voineriana o vid de adorno y Estanque del León

4.6. Jardín de la Cruz

Se accede por el jardín de las flores, por la pradera o por el Jardín de las Damas.

Construido en el siglo XVII después de los jardines de la Danza y de Carlos V. Recibe este nombre por el histórico laberinto de vegetación que aquí existía y que desapareció en 1910. Solo persiste el estanque central, los restos del montículo y la gruta que, en el siglo XVII fue adornado con múltiples figuras de barro y con numerosos surtidores de los que brotaba agua que, constituían, en una extraordinaria composición, un canto a la mitología clásica.

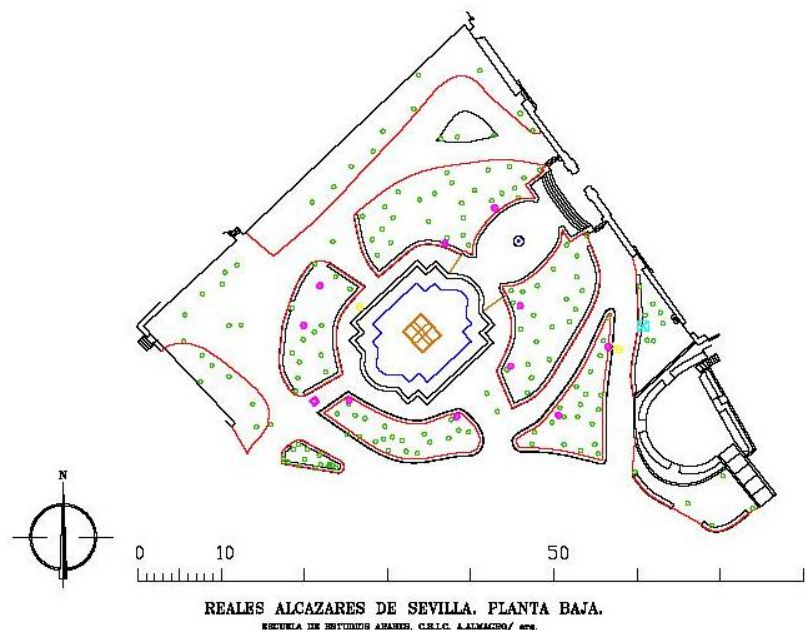


Figura 7. Jardín de la Cruz

En la actualidad el conjunto está rodeado por calas o lirio de agua (*Zantedeschia aethiopica*, (planta de suelo húmedo y encharcado) y culantrillos de pozo (*Adiantum capillus-veneris*). En el estanque podemos ver un helecho de aspecto inconfundible. El estanque y la fuente del centro están dedicados a la diosa Parnaso (Monte de Parnaso). Presenta varios parterres irregulares con riego por aspersión y riego localizado en los setos que los bordean. Las especies son:

Tabla 14. Especies del Jardín de la Cruz

Nombre Científico	Nombre común
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoyo
<i>Beaucarnea recurvata</i>	Nolina
<i>Broussonetia papyrifera</i>	Morera del papel
<i>Campsis radicans</i>	Bignonia
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina
<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol del amor
<i>Chaenomeles japonica</i>	Membrillero Japonés
<i>Cordyline terminalis</i>	Dracaena
<i>Ficus retusa</i>	Laurel de Indias
<i>Hedera helix</i> var. <i>canariensis</i>	Hiedra de Canarias
<i>Ligustrum lucidum</i> var. <i>varieg</i>	Durillo matizado
<i>Livistona chinensis</i>	Latanía borbónica
<i>Olea europaea</i>	Olivo
<i>Persea gratissima</i>	Aguacate
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria
<i>Taxus baccata</i>	Tejo
<i>Viburnum suspensum</i>	Durillo de flor
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia
<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca robusta
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés
<i>Eryobotrya japonica</i>	Níspero
<i>Pinus canariensis</i>	Pino canario
<i>Phyllostachys aurea</i>	Bambú



Ilustración 21. Monte Parnaso

4.7. Jardín Inglés o Pradera

Se levantó a principios del siglo XX por deseos de la reina Victoria Eugenia. Su nombre hace referencia al estilo del jardín romántico inglés en el que se inspira. Antigua huerta de la Alcoba que en el siglo XX se reformó en un jardín totalmente distinto al que presentaban los demás jardines del Alcázar. El jardín que se contempla tiene las características de la jardinería inglesa y la Huerta de la Alcoba se transforma en un jardín paisajista con caminos, con irregularidades en el trazado, que discurren entre la pradera con los árboles dispuestos sin orden aparente, proporcionando amplias sombras. Los setos desaparecen al igual que las líneas rectas que presentan una forma más curva y espontánea.

En este apacible jardín encontramos nogales de grandes hojas, tipuanas de flores amarillas, catalpas, jacarandas pobladas de llamativas flores azules, pica picas y enormes cedros. Es el de mayor extensión, formador por pradera fundamentalmente separada por caminos y vegetación arbórea.

El riego se divide en cuatro sectores que funcionan de manera independiente con variabilidad de aspersores por parterres. Sólo se encuentra riego localizado en los setos que bordea algunos de estas zonas.

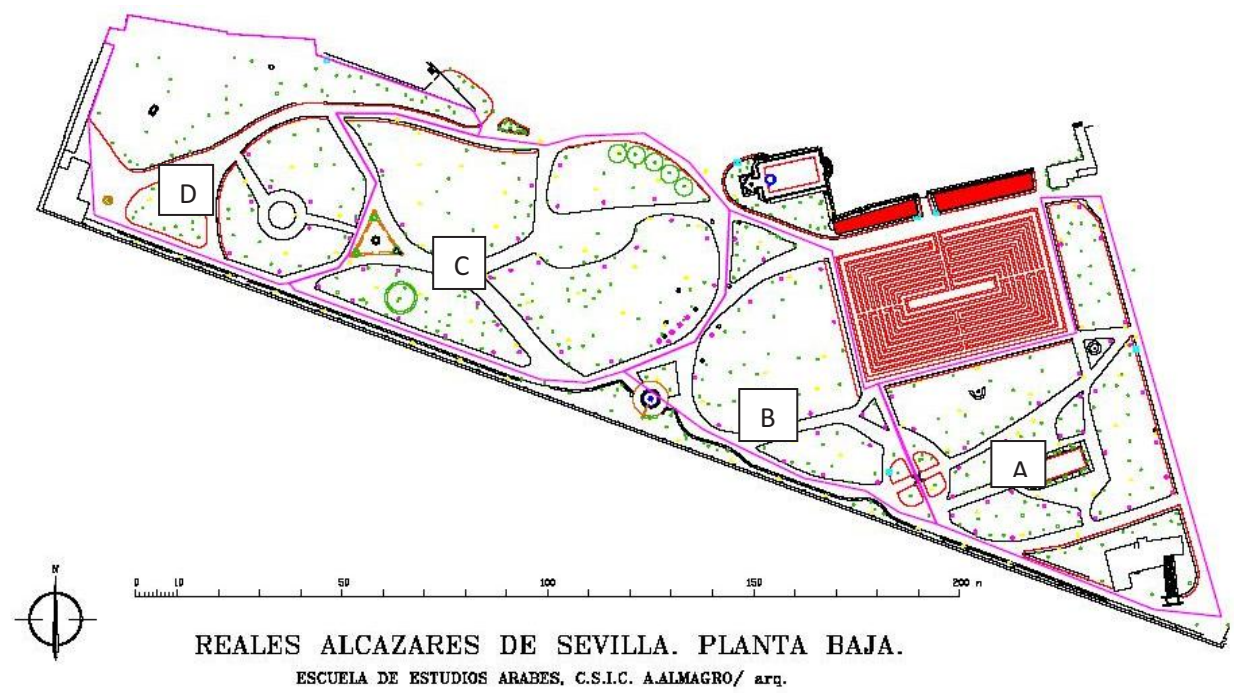


Figura 8. Jardín Inglés



Ilustración 22. *Gynkgo biloba*



Ilustración 23. Muralla con Monstera deliciosa

Además de las especies recogidas en la tabla 15 la pradera está formada por *Cynodon Dactylon* y *Festuca arundinacea*, entre otras especies cespitosas.

Tabla 15. Especies del Jardín inglés según sectores de riego

Nombre Científico	Nombre común	Sector C	
Sector A		<i>Acacia dealbata</i>	Mimosa de flor
<i>Acacia dealbata</i>	Mimosa de flor	<i>Acer negundo</i>	Arce matizado
<i>Cedrus deodara</i>	Cedro del Himalaya	<i>Brachychiton populneus</i>	Brachichito
<i>Cycas revoluta</i>	Cicas	<i>Catalpa bignonioides</i>	Catalpa
<i>Ficus retusa</i>	Laurel de Indias	<i>Cedrus deodara</i>	Cedro del Himalaya
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	<i>Citrus spp.</i>	Cítricos
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio	<i>Clivia miniata</i>	Clivia
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia	<i>Cocculus laurifolius</i>	Laureola
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés	<i>Cupressus arizonica</i>	Ciprés de Arizona
<i>Ligustrum lucidum</i>	Aligustre del Japón	<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés
<i>Taxus baccata</i>	Tejo	<i>Cycas revoluta</i>	Cicas
<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca robusta	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto rojo
		<i>Fagus sylvatica</i>	Haya
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	<i>Jacaranda ovalifolia</i>	Jacaranda
Sector B		<i>Lagunaria patersonii</i>	Pica pica
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	<i>Ficus elastica</i>	Árbol del Caucho
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	<i>Juglans nigra</i>	Nogal
		<i>Opuntia ficus-indica</i>	Chumbera
<i>Araucaria exelsa</i>	Araucaria	<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria
<i>Cydonia oblonga</i>	Membrillero	<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera datilera
<i>Dombeya x cayeuxii</i>	Combella	<i>Pinus canariensis</i>	Pino canario
<i>Nerium oleander</i>	Adelfa	<i>Pittosporum tobira</i>	Pitosporo
<i>Photinia serrulata</i>	Fotinia	<i>Prunus cerasifera var pisardii</i>	Ciruelo japonés
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Falsa acacia	<i>Quercus ilex</i>	Encina
<i>Tecomaria capensis</i>	Jazmín del Cabo	<i>Quercus robur</i>	Roble
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia	<i>Taxodium distichum</i>	Ciprés de los Pantanos
<i>Chorisia speciosa</i>	Palo borracho	<i>Taxus baccata</i>	Tejo
<i>Ligustrum lucidum var variegatum</i>	Durillo matizado	<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria	<i>Tipuana speciosa</i>	Palo rosa
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Castaña de Indias	Sector D	
<i>Chimonanthus praecox</i>	Macasar	<i>Acacia dealbata</i>	Mimosa de flor
Pegado a Carlos V		<i>Albizia prosera</i>	Albicia
<i>Caesalpine gilliesii</i>	Cesalpina de Gueville	<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol del amor
<i>Chorisia speciosa</i>	Palo borracho	<i>Eryobotrya japonica</i>	Níspero
<i>Lavandula latifolia</i>	Lavanda	<i>Ligustrum lucidum</i>	Aligustre del Japón
<i>Nandina domestica</i>	Nandina	<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Chumbera	Muro	
<i>Punica granatum</i>	Granado	<i>Brachychiton populneus</i>	Brachichito
<i>Ziziphus jujuba</i>	Azufaifo	<i>Monstera deliciosa</i>	Costilla de Adán
		<i>Nerium oleander</i>	Adelfa
		<i>Quercus robur</i>	Roble
		<i>Colocasia esculenta</i>	Oreja de elefante

4.7.1. Laberinto

Dentro del jardín Inglés encontramos el laberinto actual. Construido en 1913, con setos de mirto, tuya y ciprés, en sustitución de otro que existió donde está actualmente el Jardín de la Cruz.

4.8. Jardín de Vega-Inclán

O antigua huerta del Retiro, construido a principio del siglo XX. En esta época se levantan nuevos muros para incorporar parte de la Huerta del Retiro al interior del Alcázar y se transforman esas huertas en jardines geométricos, con calles paralelas y perpendiculares delimitando los parterres, y fuentes comunicadas entre sí por canalillos por los que circula el agua.

Destaca la puerta de Marchena, pieza del siglo XV de estilo gótico isabelino, procede del palacio de los Duques de Arcos en Marchena y fue colocada en el Alcázar en 1913, por deseo de Alfonso XIII. Por esta puerta accedemos al jardín del Chorrón y por este, al de la Alcobilla y al Apeadero.

Se observan diferentes tipos de cítricos (evocan las antiguas huertas), frutales (melocotoneros y perales), y especies exóticas como el castaño de Indias, el caqui o el ciruelo japonés.

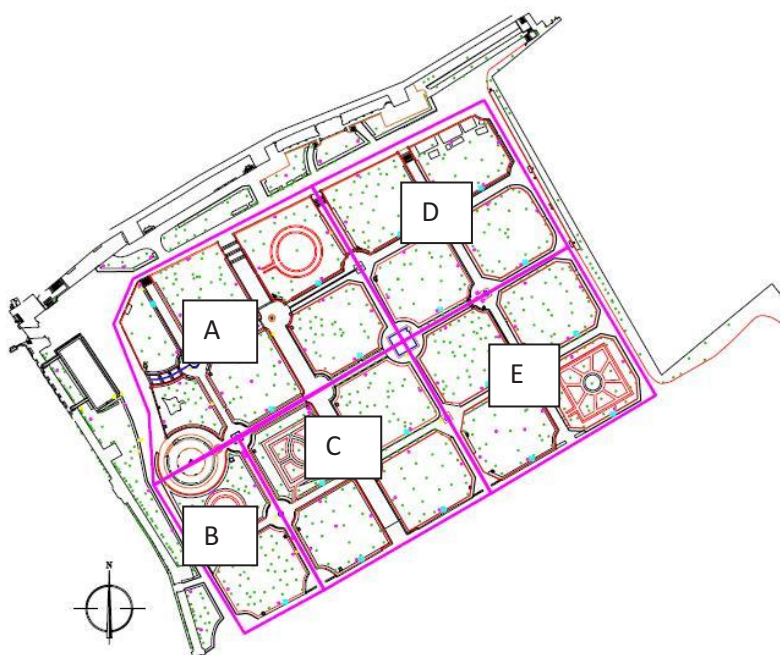


Figura 9. Jardín de la Vega-Inclán

El riego de estos jardines, de casi una hectárea de vegetación dividida en 20 cuadros se realiza por sectores. En concreto 5 sectores con cuatro o cinco aspersores en cada parterres y goteros en los setos que los delimitan. La vegetación en ellos se presenta en la tabla 16.

Tabla 16. Especies del Jardín de Vega-Inclán según sectores de riego

Nombre Científico	Nombre común		
Sector A (6 parterres)		Sector D (4 parterres)	
<i>Buxus sempervirens</i>	Boj	<i>Chlorophytum comosum</i>	Cintas
<i>Cedrus deodara</i>	Cedro del Himalaya	<i>Vitex agnus-castus</i>	Sauzgatillo
<i>Citrus limon</i>	Limonero	<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria
<i>Deutzia scabra</i>	Celinda de espigas	<i>Citrus aurantinun</i>	Cítricos
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio	<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio
<i>Nandina domestica</i>	Nandina	<i>Laurus nobilis</i>	Laurel
<i>Hibiscus syriacus</i>	Altea	<i>Diospyros kaki</i>	Caqui
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria	<i>Eryobotrya japonica</i>	Níspero
<i>Pyrus communis</i>	Peral	<i>Musa paradisiaca</i>	Bananero
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia	<i>Philadelphus coronarius</i>	Celinda
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	<i>Prunus persica</i> var <i>florepleno</i>	Melocotonero de flor
Sector B (2 parterres)		Sector E (4 parterres)	
<i>Euonymus japonicus</i>	Evónimo	<i>Buxus sempervirens</i>	Boj
<i>Taxus baccata</i>	Tejo	<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria
<i>Vitex agnus-castus</i>	Sauzgatillo	<i>Hibiscus syriacus</i>	Altea
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria	<i>Hibiscus mutabilis</i>	Amolaruzo
<i>Carya illinoensis</i>	Nuez de Pecan	<i>Citrus</i>	Cítricos
Sector C (4 parterres)		<i>Euonymus japonicus</i>	Evónimo
<i>Buxus sempervirens</i>	Boj	<i>Musa paradisiaca</i>	Bananero
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera datilera
<i>Citrus limon</i>	Limonero		
<i>Nandina domestica</i>	Nandina		
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria		
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia		
<i>Vitex agnus-castus</i>	Sauzgatillo		
<i>Citrus aurantinun</i>	Naranja amargo		
<i>Hibiscus syriacus</i>	Altea		
<i>Monstera deliciosa</i>	Costilla de Adán		
<i>Hibiscus mutabilis</i>	Amolaruzo		
<i>Jasminum officinalis</i>	Jazmín		
<i>Nerium oleander</i>	Adelfa		
<i>Prunus amygdalus</i>	Almendra		
<i>Salvia grahamil</i>	Salvia rosa		



Ilustración 24. Jardín de la Vega-Inclán

4.9. Huertas y Jardín de los Poetas

El jardín de los Poetas, diseñado por el conservador Joaquín Romero de Murube entre 1956 y 1958, es un espacio alargado presidido por dos grandes estanques rectangulares y una fuente central con un estilo tradicional de la línea de Forestier.

Las Huertas, son las antiguas huertas del Alcázar, tierras destinadas desde tiempos impredecibles a la producción agraria en las que albercas y norias sostenían un sistema de riego tradicional que habría que recuperar. Estas huertas se extendían hasta el Guadalquivir y fueron transformadas en jardines a principio de siglo. XX. En primer lugar se encuentra una zona ajardinada que aún mantiene ciertas características de huerta.

Una de las últimas especies que ha llegado a estos jardines es el árbol de Santo Tomás o pata de camello amarilla (*Bauhinia tomentosa*) que encontramos junto al muro que nos separa de los jardines de Catalina de Ribera. Es un arbusto

caducifolio que forma llamativas flores amarillas con una mancha purpura. Requiere condiciones cálidas para sobrevivir, presenta hojas muy características.

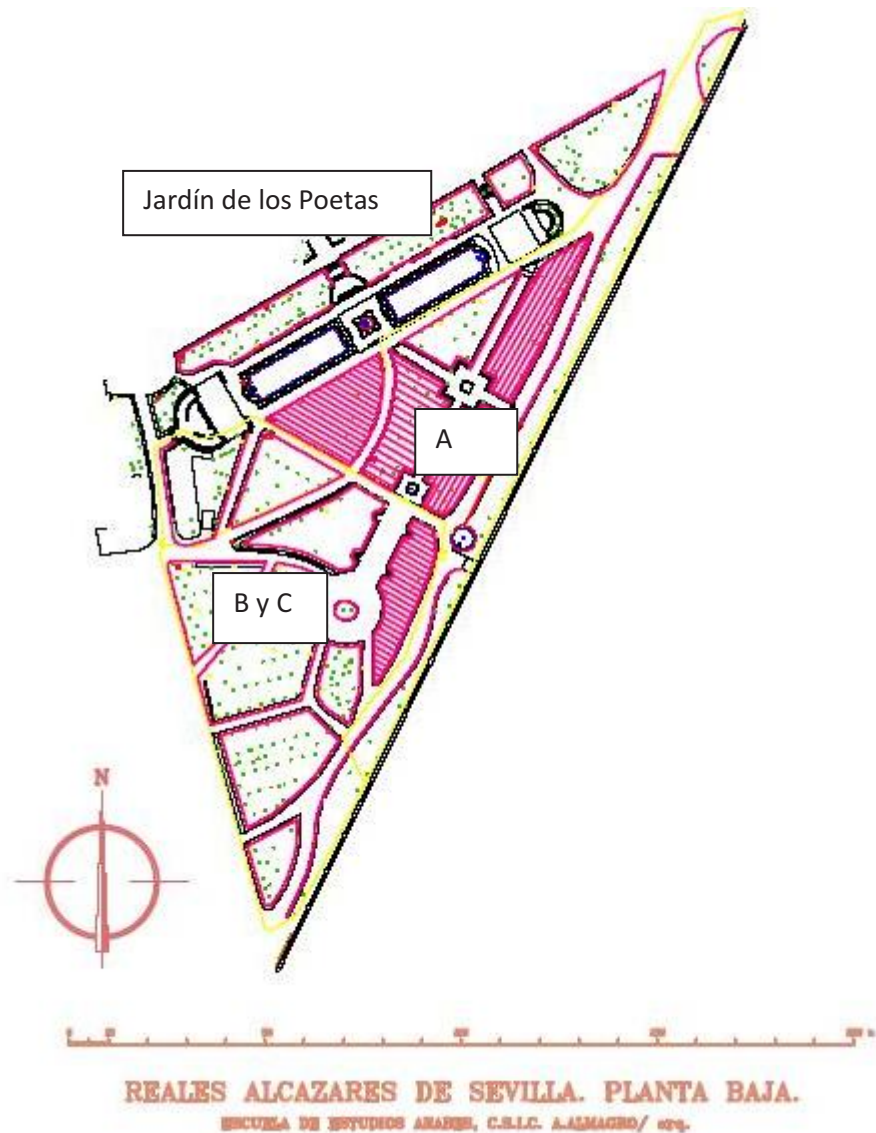


Figura 10. Huertas y Jardín de los Poetas

Las Huertas están formadas por parterres irregulares en los que predominan las rosaledas con riego localizado u otras especies con riego por aspersión (Tabla 17.)

Tabla 17. Especies de las Huertas y jardín de los Poetas según sectores de riego

Nombre Científico	Nombre común		
Sector A		Sector C	
<i>Citrus spp.</i>	Cítricos	<i>Citrus spp.</i>	Cítricos
<i>Rosa banksiae</i>	Rosal	<i>Rosa banksiae</i>	Rosal
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	<i>Cordyline terminalis</i>	Dracaena
<i>Canna indica</i>	Canna	<i>Eryobotrya japonica</i>	Níspero
<i>Clivia miniata</i>	Clivia	Muro	
<i>Colocasia esculenta</i>	Oreja de elefante	<i>Duranta repens</i>	Duranta
Sector B		<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto rojo
<i>Citrus spp.</i>	Cítricos	<i>Morus alba</i>	Morera
<i>Rosa banksiae</i>	Rosal	<i>Morus nigra</i>	Moral negro
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	<i>Ricinus comunis</i>	Recino
<i>Canna indica</i>	Canna	Jardín de los Poetas	
<i>Buxus sempervirens</i>	Boj	<i>Abutilom pitum</i>	Abutilo
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera datilera	<i>Cedrus deodara</i>	Cedro del Himalaya
<i>Monstera deliciosa</i>	Costilla de Adán	<i>Prunus cerasifera var pisardii</i>	Ciruelo japonés
<i>Deutzia scabra</i>	Celinda de espigas		
<i>Euonymus japonicus</i>	Evónimo		
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia		
<i>Cuphea micropetela</i>	Planta del cigarro		
<i>Euphorbia (= Poinsettia) pulcherrima</i>	Páscuelo		
<i>Photinia serrulata</i>	Fotinia		
<i>Ulmus minor</i>	Olmo común		



Ilustración 25. Huertas



Ilustración 26. Rosaleda de las Huertas



Ilustración 27. Phoenix canariensis en las Huertas y Estanque del Jardín de los Poetas

5. CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

5.1. Agua de riego

Antiguamente el riego de los jardines de los Alcázares se realizaba con el agua de los Caños de Carmona y gracias a la Compañía Abastecedora que tomaba agua del Guadalquivir. Hoy en día, el abastecimiento se lleva a cabo mediante el agua de los tres pozos y un aljibe. Cada pozo riega una parte de los jardines y abastece a las diferentes fuentes y estanques y es independiente de los otros. No obstante, los pozos están interconectados entre sí mediante una red de tuberías y cuando alguno de ellos presenta algún problema, se traslada el agua de uno a otro.

En cuanto a la calidad, la tabla 18 muestra los resultados de los análisis realizados (Anejo 2: Análisis de agua).

Tabla 18. Análisis de agua realizados en los tres pozos existentes en los jardines

ANÁLISIS DE AGUA		
POZO DE TROYA		
Bromatología	Aerobios mesófilos/ml	15 ufc
	Coliformes totales/ 100ml	900 ufc
	Coliformes fecales/100ml	Ausencia
	Estrectococos g D/100ml	Ausencia
	C. sulfito-reductores/20ml	Ausencia
Dictamen	Agua bacteriológicamente NO potable	
	Turbidez	0,1 ufc
	Dureza total en g franceses	33
	Cloruros (en Cl)	29,6 mg/L
	Nitritos (en NO2)	Negativo
	Amoniaco (en NH4)	Negativo
	Nitratos (en NO3)	5 mg/l
	pH	7,3
	Conductividad	687 micrS/ cm
	Cloro libre residual	Ausencia

POZO DE CARLOS V		
Bromatología	Aerobios mesófilos/ml	3600 ufc
	Coliformes totales/ 100ml	>24000 ufc
	Coliformes fecales/100ml	Ausencia
	Estrectococos g D/100ml	> 24000 ufc
	C. sulfito-reductores/20ml	10 ufc
Dictamen	Agua bacteriológicamente NO potable	
	Turbidez	0,3 ufc
	Dureza total en g franceses	19,3
	Cloruros (en Cl)	13 mg/l
	Nitritos (en NO2)	Negativo
	Amoniac (en NH4)	Negativo
	Nitratos (en NO3)	0,6 mg/l
	pH	7,4
	Conductividad	333 micrS/cm
	Cloro libre residual	Ausencia
POZO DE LA PARRA		
Bromatología	Aerobios mesófilos/ml	< 4000 ufc
	Coliformes totales/ 100ml	7 ufc
	Coliformes fecales/100ml	7 ufc
	Estrectococos g D/100ml	23 ufc
	C. sulfito-reductores/20ml	10 ufc
Dictamen	Agua bacteriológicamente NO potable	
	Turbidez	0,2 ufc
	Dureza total en g franceses	10,1
	Cloruros (en Cl)	19,8 mg/l
	Nitritos (en NO2)	Negativo
	Amoniac (en NH4)	Negativo
	Nitratos (en NO3)	1 mg/l
	pH	7,2
	Conductividad	390 micrS/cm
	Cloro libre residual	Ausencia

Según la interpretación del Laboratorio de Análisis Agrícolas CRS Servicios (interpretación de análisis de aguas de riego) los resultados serían:

INTERPRETACIÓN				Problemas
	P. TROYA	P. CARLOS V	P. PARRA	
Turbidez	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	
Dureza total en g fm.	Sin riesgo	Con riesgo	Con riesgo	Obstrucción
Cloruros (en Cl)	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	Toxicidad
Nitritos (en NO ₂)	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	Toxicidad
Amoniaco (en NH ₄)	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	Contaminación
Nitratos (en NO ₃)	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	Contaminación
pH	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	Precipitación y corrosión
Conductividad	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	Salinidad
Cloro libre residual	Sin riesgo	Sin riesgo	Sin riesgo	

Tabla 19. Interpretación del análisis de agua

5.2. Sistemas de captación, tratamiento y distribución del agua.

5.2.1. Red de Tuberías

En los planos N° 3: Distribución de tuberías y N° 4: Sectores de riego, se puede observar la red de tuberías y las distintas zonas de riego según el pozo que las abastece. Se conocen una serie de tuberías entrelazadas entre sí, de las cuales todas reciben agua del aljibe o de sus respectivos pozos.

Existe una tubería principal que transcurre atravesando todo el jardín inglés hasta las huertas (en sentido este-oeste). Perpendicular a ésta, se trazó una nueva tubería, la cual enlaza con la primitiva, y que dirige el agua desde el aljibe hasta la Puerta del Paseo Catalina de Ribera (de norte a sur). Las tuberías se bifurcan y llevan el agua a las distintas fuentes. Hay 9 tuberías de PVC con los siguientes diámetros:

- 2 de 125mm
- 1 de 110mm
- 6 de 90mm

Estas tuberías también conectan los tres pozos y el aljibe. Los tres pozos y el aljibe reparten el agua a las distintas zonas de los jardines.

5.2.2. Características del sistema de bombeo

En la tabla 20 presentamos de forma general de las cuatro bombas que intervienen en el jardín.

Características del sistema de bombeo				
	CHORRÓN	TROYA	PARRA	CARLOS V
Intensidad (A)	18	19	20	20
Tensión (V)	230	230	380	380
Potencia (kW/h)	4,14	4,37	7,6	7,6
Tiempo de funcionamiento (h)	10	24	4,5	4

Tabla 20. Características del sistema de bombeo

Esta información se utilizará para el cálculo en el capítulo 6 de los costes eléctricos en los indicadores de gestión financieros.

5.2.3. Aljibe

Un aljibe puede definirse como un depósito destinado a almacenar agua potable procedente de la lluvia, recogida habitualmente de los tejados de las casas y conducida mediante canalizaciones. Normalmente es subterráneo, total o parcialmente, aunque en el Alcázar se encuentra a unos 15 metros de altura. Suele estar construido con ladrillos unidos con argamasa. Las paredes internas suelen estar recubiertas de una mezcla de cal, arena, óxido de hierro, arcilla roja y resina de lentisco, para impedir filtraciones y la putrefacción del agua que contiene. En el Alcázar resulta indispensable ya que desde este lugar, se distribuye y almacena parte del agua para el riego de los jardines.

- El aljibe abastece al pozo de Troya si es necesario y se rellena con el pozo de la Parra y el estanque de Mercurio. El aljibe está descargando agua durante el horario de apertura del Alcázar (8:00-19:00 horas)

5.2.4. Pozo de Troya

El pozo de Troya o de las Infantas se encuentra situado en el jardín que lleva su nombre. Este pozo tiene problemas de sequía, ya que es el que menos volumen presenta (7 m³ aprox.).

- Abastece a los jardines históricos, a los jardines hispanoárabes (Jardín del Crucero, del Chorrón, de la Danza, de Galera, de Troya, de las Flores, del Príncipe), el jardín de las Damas y de la Cruz. También se utiliza el agua de este pozo y del aljibe para el abastecimiento de las fuentes de esta zona. El riego en esta zona se divide en sectores. Los jardines se riegan de manera independiente y alterna, ya que el pozo no tiene suficiente agua para regarlos todos a la vez.

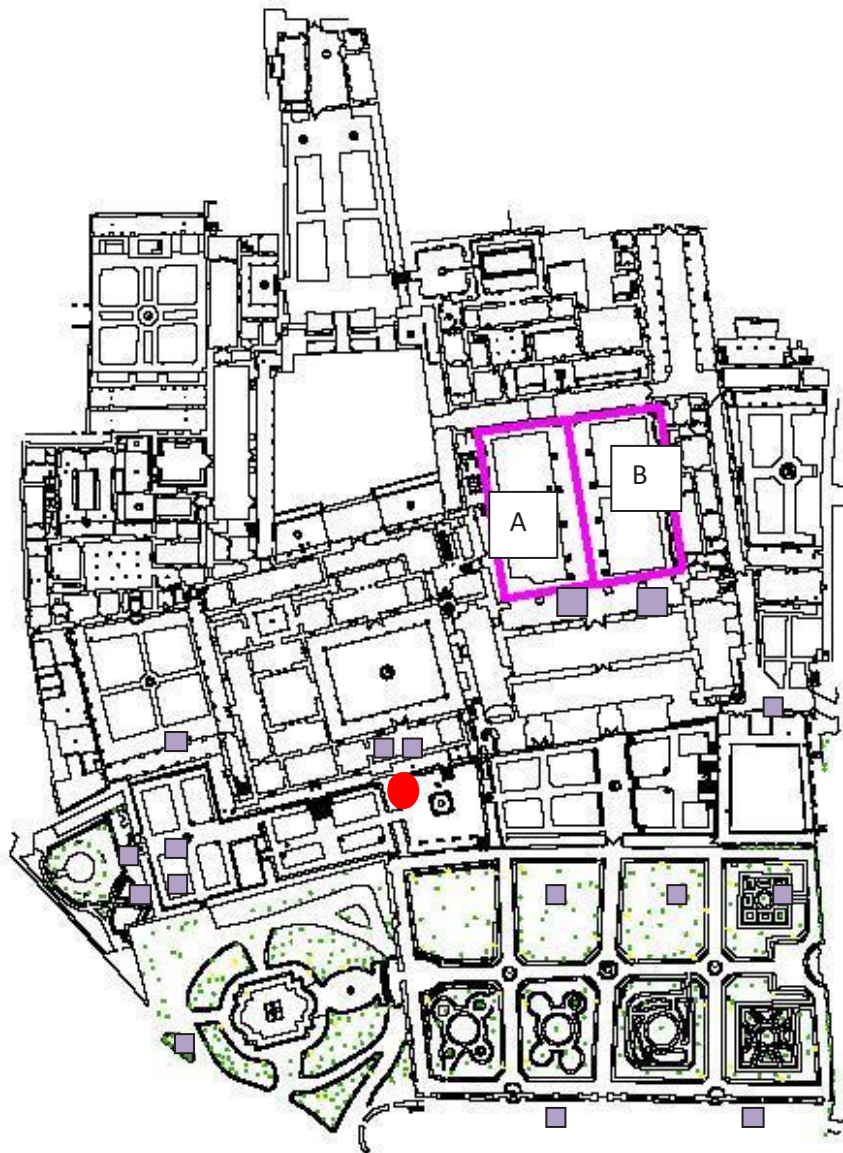


Figura 11. Pozo de Troya sectorizado para aspersión con sus llaves de paso

Pozo ●

Llave de paso ■

Las llaves de paso señaladas son para los aspersores. Los aspersores y goteros se activan de forma independiente.

- Jardín del Crucero. Con dos llaves de paso que activan dos sectores de manera alterna. Consta de aspersores y goteros bordeando los parterres.
- Jardín del Chorrón. Una llave de paso. Solo presenta riego por aspersión.

Jardín de Galera. Dos llaves de paso. Consta de difusores y goteros bordeando los parterres, pero no se activan de forma conjunta, si no aspersores y goteros tienen distinto horario y tiempo de funcionamiento.

- Jardín de las Flores. Una llave de paso en cada parterre. Consta solo de aspersores.
- Jardín del Príncipe. Una llave de paso. Consta de aspersores y goteros bordeando los parterres, pero no se activan de forma conjunta.



Ilustración 28. Riego del Jardín del Príncipe

- Patio de Doncellas. Dos llaves de paso que activan diez difusores bordeando cada parterre.
- Jardín de las Damas. Tiene cinco llaves de paso para los ocho cuadros, de los cuales, los dos situados más al norte tienen una llave, los cuales activan los parterres respectivamente, el más cercano al órgano hidráulico para el parterre que lo contiene los dos más situados al sur activan los restantes.



Ilustración 29. Riego del Jardín de las Damas

- Jardín de la Cruz. Todos sus sectores se riegan con una sola llave de paso. Se alterna con el jardín de las Damas. Consta de aspersores y goteros bordeando los parterres.

5.2.5. Pozo de Carlos V

Es el que mayor caudal disponible tiene (106 m³ aprox.). Este pozo abastece al jardín Inglés y al jardín de Carlos V. Se encuentra en el jardín que lleva su nombre.



Figura 12. Pozo de Carlos V, sectorización y llaves de paso

Pozo ●

Llave de paso ■.



Ilustración 30. Riego del jardín Inglés

- Jardín Inglés. Se divide en cuatro sectores. Para poner en funcionamiento el grupo moto-bomba de la pradera, siempre debe estar abierto uno de los circuitos (de este motor también depende el estanque del León y los dos parterres de rosales pegados al jardín de Carlos V. Hay cuatro llaves de paso las cuales ponen en funcionamiento cada circuito con varios parterres (A, B, C, D). Se riega mediante aspersión y sólo se encuentran goteros en las zonas con setos.

- Jardín de Carlos V. Se riegan los seis parterres a la vez mediante la llave de paso que está más cercana al pozo (Figura 12). Es el primer jardín que pone en funcionamiento el riego en el Alcázar, ya que los aspersores se solapan y se aprovecha mejor el agua antes de que empiecen a comenzar las visitas. La otra llave de paso que encontramos en este jardín es para el estanque del León (se llena con el pozo de Carlos V y el estanque de Mercurio). Se riega mediante aspersión y sólo se encuentran goteros en las zonas con setos.



Ilustración 31. Riego del Jardín de Carlos V que cubre los caminos

5.2.6. Pozo de La Parra

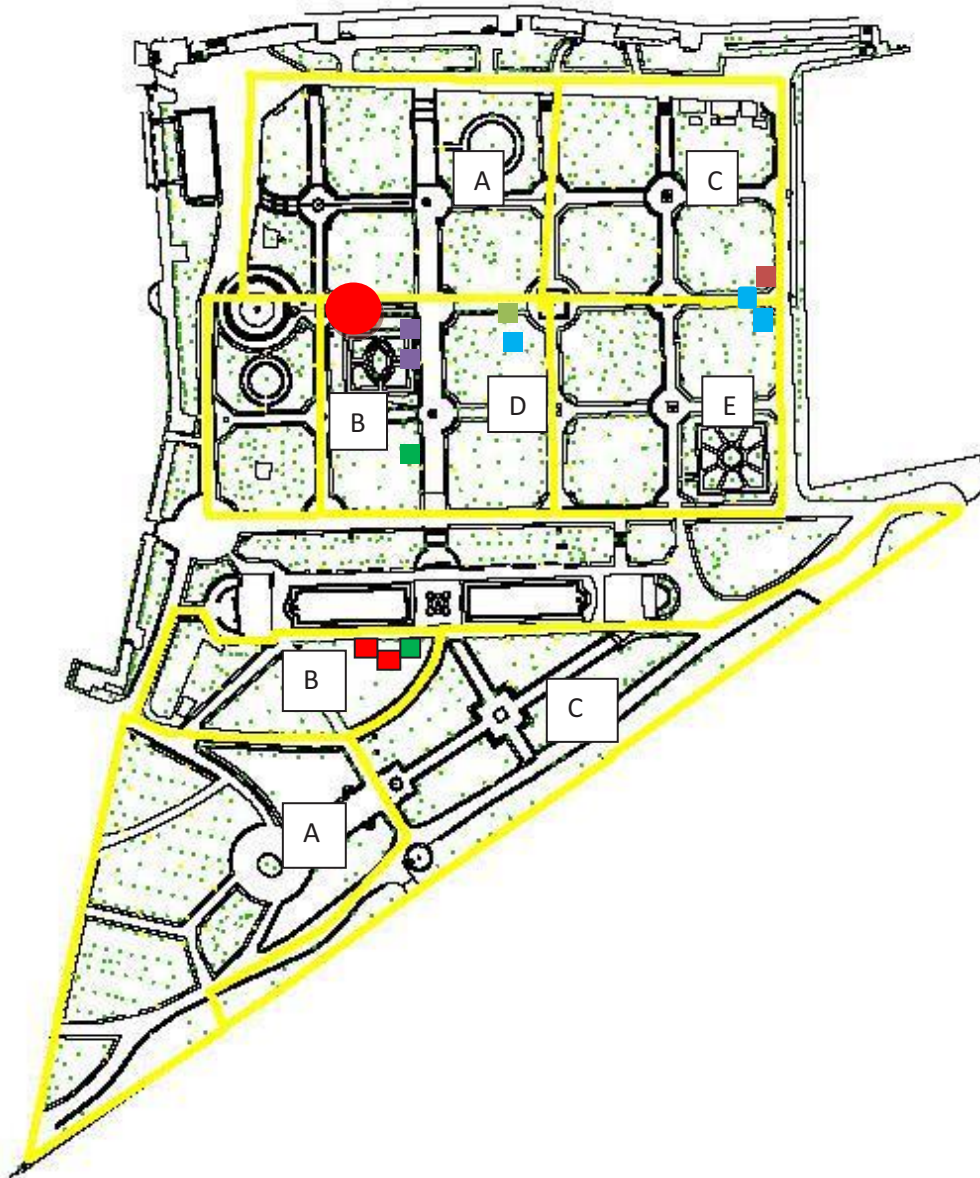


Figura 13. Pozo de la Parra, sectores y llaves de paso

Pozo ●

Este pozo se encarga de regar el jardín de la Vega-Inclán, el jardín de los Poetas y las Huertas. Siempre debe de estar una llave abierta cuando se pone el motor en funcionamiento.

- Jardín de la Vega-Inclán. También conocido como los veinte cuadros, tiene en sus parterres ocho llaves de paso. Las dos primeras y más cercanas al pozo de la Parra son para dar paso al riego de la Huerta y otra para dar paso al riego del jardín de la

Vega-Inclán. El sector A riega seis parterres (■), mientras que el B (■) solamente dos y el resto (C, D y E) riegan cuatro parterres cada uno (■).

También encontramos otra llave de paso con la cual se pasa agua al estanque y otra que regula la depuradora (■). La depuradora tiene un sistema de filtrado para algunas de las fuentes de este jardín, que evita que estas se deterioren. Con esta llave se puede regular el caudal de las fuentes.

Estas llaves permiten el paso de agua tanto para aspersores como para goteros, por, por lo tanto, los goteros de esta zona, solo están funcionando el tiempo en que se riega con aspersión el jardín.



Ilustración 32. Riego del Jardín de Vega-Inclán

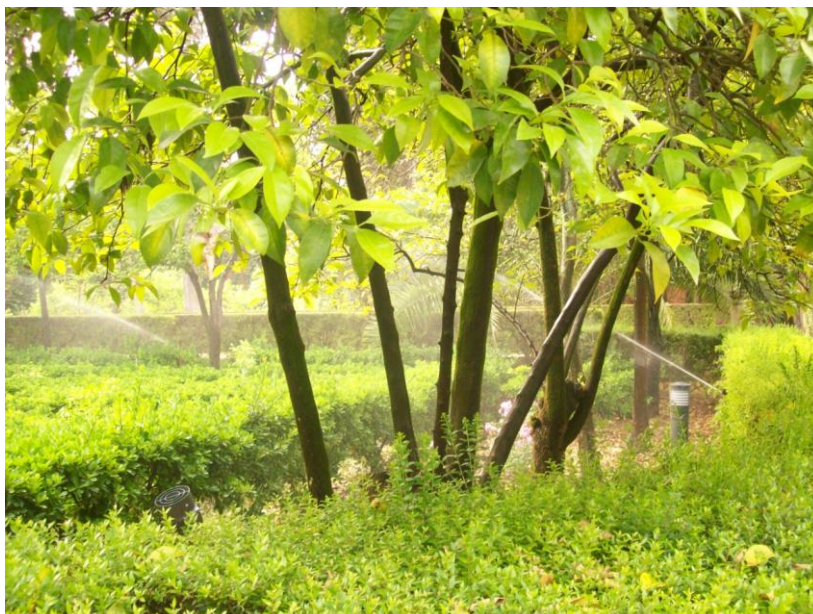


Ilustración 33. Riego del Jardín de Vega-Inclán

- Jardín de los Poetas. Este jardín tienen el mismo funcionamiento que el anterior. Consta de una llave de paso que activa aspersores y goteros de manera conjunta, por lo tanto los goteros tienen un funcionamiento limitado por el riego por aspersión.

- Huertas. Tiene tres llaves de paso y también funciona por sectores. A y B se activan a la vez, mientras que C se activa de forma independiente. Las Huertas constan de parterres irregulares en los cuales podemos observar rosaledas con riego por goteo o con Acantos, Costillas de Adán u Orejas de Elefante, que se riegan con aspersión.



Ilustración 34. Riego de las Huertas

5.2.7. Fuentes Ornamentales

Existen un total de 54 fuentes situadas en todos los jardines y patios. La mayoría de las fuentes (excepto algunas del Jardín de Vega-Inclán que están conectadas al sistema de filtrado) no tienen un sistema de recirculación del agua, por lo que toda el agua que se utiliza en ellas es agua que se pierde. El abastecimiento de fuentes también se realiza mediante el agua de los pozos y es el siguiente:

- El Pozo de la Parra suministra el agua a las fuentes de las Huertas, del jardín de los Poetas y del jardín de Vega-Inclán. En este último se instaló una depuradora junto con una estación de filtrado para abastecer el agua de algunas de estas fuentes y evitar el deterioro de las mismas. Así pues, el agua de estas fuentes de los 20 cuadros pasa antes por la estación de filtrado y a partir de ahí, es distribuida. Además el agua tiene un sistema de recirculación que evita las pérdidas.



Ilustración 35. Depuradora y estación de filtrado



Ilustración 36. Fuente del Jardín de Vega-Inclán

- El aljibe distribuye el agua a las fuentes de los jardines históricos, de los jardines hispanoárabes y al jardín de las Damas y de Carlos V.

-



Ilustración 37. Fuente del Jardín de las Damas

- El Pozo de Troya, por lo tanto, abastece las fuentes del resto de jardines, que son el Jardín Inglés y el Jardín de la Cruz. También al Patio de Doncellas.



Ilustración 38. Fuente del Jardín Inglés

Actualmente se está llevando a cabo un proyecto de restauración de fuentes, ya que muchas de ellas se encuentran en mal estado y no funcionan por problemas de alcalinidad. El programa de restauración de las fuentes del Real Alcázar ha sido una iniciativa muy deseada debido a la gran variedad de estilos y de formas constructivas, en las que predominan la azulejería, el mármol tallado y el bronce, siendo de gran relevancia las fuentes escultóricas de Mercurio y Neptuno (actualmente en reparación), diseñadas por Diego de Pesquera y fundidas por Bartolomé Morel en el último tercio del s. XVI.

Este proyecto pretende conseguir la puesta a punto de cada una de las fuentes afectadas, mediante complejos procesos de limpieza, consolidación y protección, procurando la recuperación de las funciones prácticas y estéticas, la revalorización de los espacios y la mejora de la visión global de los jardines y espacios del Real Alcázar. Se ha iniciado con las fuentes del jardín de la Danza y de las Damas. (Real Alcázar, 2013)

5.2.8. Estanques

Existen un total de 14 estanques, de los cuales, dos se encuentran vacíos. La superficie y el volumen de agua que registran cada uno aparecen en la tabla 21.

Tabla 21. Volumen de agua en Estanques

Nombre del estanque	Dimensiones (m)			Volumen de Agua (m ³)
	Largo	Ancho	Prof.	
Mercurio	17,82	15,52	4,5	1244,55
María Padilla	34	3,57	0,65	78,90
Eucaliptos (Diámetro)	6,45		1,64	53,56
Jardín de los Poetas	27,9	7,35	0,5	102,53
Jardín de los Poetas II	27,9	7,35	0,5	102,53
Dragón (en la Parra)	3,71	2,15	0,5	3,99
Jardín Vega-Inclán	6,97	6,97	2,17	105,42
Huerta de los Duques de Arcos (P. Marchena)	20,6	7,8	1,32	212,10
León	12,7	6,45	2,24	183,49
Yeso	9,9	4,6	1,6	72,86
Patio Romero Murube	8,7	3,86	0,5	16,79
Jardín de las Flores	9,88	5,45	1	53,85
Sultana	15,45	13,5	4,5	938,59
TOTAL				3169,15
Vacios				
Obras públicas	4,7	2,93	1,55	21,35
Pollo	12,8	5,6	0,4	28,67

De estos estanques solo se utiliza:

- El estanque de Mercurio, que llena el aljibe y desde ahí se distribuye el agua para el riego.
- El estanque del León, del que se toma agua para regar los naranjos del jardín de Carlos V.
- El estanque de la Puerta de Marchena, que se tiene como reserva de agua.

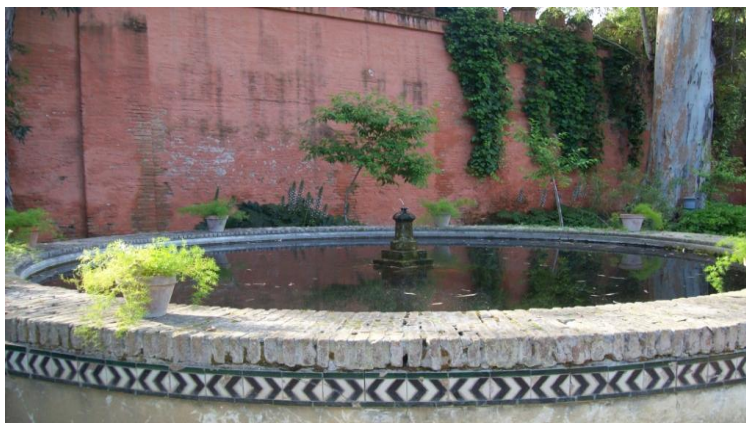


Ilustración 39. Estanque de los Eucaliptos, Jardín Inglés

5.3. Sistemas de riego.

5.3.1. Riego Tradicional entre los siglos XV y XIX

La notable pendiente que se encuentra en los jardines es debida al riego realizado antiguamente. El riego en los jardines era a manta o por superficie. El agua caía desde las zonas más altas, como el estanque de Mercurio e iba anegando el resto de jardines.

Es por ello por lo que aún se conservan canales por los que se transporta el agua y canalillos que la distribuyen por las distintas zonas. En sus puntos terminales, los canalillos llegan a las arquetas, que tenían un portillo, que al estar abierto permitía la salida del agua.

En lo que se refiere al sistema de riego y drenaje, este es el resultado de las sucesivas intervenciones que a lo largo de los siglos se han venido dando en respuesta a una serie de constantes climatológicas y topográficas. También la elección de especies está vinculada a factores constantes como son las heladas, inundaciones y periodos de sequia.

1. **Heladas.** Los cítricos son uno de los géneros de plantas más vulnerables a heladas. El gran número de cítricos en el Alcázar nos permite hacernos una idea de las repercusiones que podían tener las heladas en el Alcázar. Estas repercusiones eran

menores en los patios hispanoárabes gracias a los altos muros que creaban un espacio más abrigado. El Alcázar recurría tradicionalmente a regar los plantíos apenas sobreviniera una helada, con el fin de amortiguar los daños que esta pudiera provocar en los cítricos.

2. **Inundaciones.** En los jardines y huertas del Alcázar solía darse tanto inundaciones como periodos de fuertes sequías estivales. Las inundaciones estaban provocadas por la proximidad del río Tagarete (situado entre la Fábrica de tabaco y la Muralla) cuando las lluvias eran abundantes. La parte más amenazada por las inundaciones era La Huerta del Retiro por su proximidad a este río. Dos terceras partes de la misma quedaba anegada muy a menudo y una vez encharcada, resultaba muy difícil la evacuación del agua. El nivel freático era tan alto que a poco que se excavara comenzaba a aflorar agua. Esto provocaba un problema de asfixia radicular que ocasionaba la muerte de los árboles allí plantados además de, una devaluación del lugar, que incidía de forma negativa en las arcas del Alcázar y que era difícil de arrendar incluso junto a la Huerta de la Alcoba en un solo lote.



Figura 14. Arroyo Tagarete

A mediados del siglo XVIII se emprendieron actuaciones para solucionar el problema allanando un montículo de tierra que había en la Huerta del Retiro frente a la Puerta del Privilegio y rellenando con esa tierra los sitios bajos de dicha huerta.

También se construyó una red de desagües formada por “cinco acueductos o husillos” que iban a desembocar en el propio Tagarete. El sistema acabó empeorando la situación ya que se encontraba demasiado bajo y en lugar de contribuir a la evacuación de aguas, facilitaba la entrada de las mismas desde el río al interior de la huerta. En otoño de 1831 se rellenó con escombros las partes más hundidas de la misma y se construyeron varias zanjás y alcantarillas. Sin embargo, todo esto solo supuso un alivio momentáneo pues, el problema persistiría hasta finales del siglo XIX.

La otra zona con problemas de inundación era la parte subterránea del jardín del crucero y los sótanos que daban al Jardín del Príncipe y a los tres patios consecutivos del llamado jardín de la Gruta. Es posible que se instalara un sistema de drenaje en 1759 durante las obras de relleno del nivel inferior del Jardín del Crucero para el desagüe. Se desconoce si se llevó a cabo la reparación de las citadas alcantarillas aunque parece que no, ya que en 1881 y 1892 se volvió a inundar toda esta zona. Ante la frecuencia con la que se encharcaban las galerías subterráneas del Patio de María Padilla y los sótanos del palacio, se elaboró un detallado informe en el que se describen las obras de canalización que debían practicarse en el citado patio para que el agua de lluvia que cayera en sus paseos y sus tejados circundantes no fuera a parar a los cuadros ajardinados del mismo, desde los que se filtraba a las galerías inferiores. Actualmente, la parte baja del Patio del Crucero continua inundándose.

3. Problemas de escasez de agua. Aunque parece contradictorio, la escasez de agua será una constante en la historia de los jardines y huertas del Alcázar. El agua de riego procedía de dos puntos de abastecimiento diferentes y a menudo, complementarios: los Caños de Carmona y los propios pozos excavados en las huertas de la Alcoba y del Retiro. El agua que llegaba a través de los Caños de Carmona era reducida por lo que se tenía que repartir por horas en los jardines así como en el resto del Alcázar. La escasez de agua era un problema generalizado en toda la ciudad y probablemente el Alcázar, era el lugar menos perjudicado debido a que la Corona era la propietaria del agua de los Caños de Carmona y la administración del Alcázar, la encargada de su distribución. Los motivos por los que los Caños de Carmona no suministraban suficiente agua eran la sequía y las pocas reservas hídricas que tenían, las numerosas roturas por las que se escavaba el agua, los atascos que interrumpían el curso

y los fraudes por parte de aquellos que se apropiaban de una parte superior a la que le correspondía.

En 1893 se aprobó la obra de cambiar la antigua cañería de barro por una de hierro colocada fuera de la muralla, sobre todo en los tramos en los que aquella tiene adosamientos exteriores. La administración del Alcázar quedaba obligada a ceder a la huerta de la Alcoba parte del agua que llegaba a los jardines a través de los Caños de Carmona. La porción de agua en ocasiones equivalía a tres veces la capacidad del estanque del León y en otros momentos, se redujo solo a uno. Esta agua era llevada del estanque de Mercurio al estanque del León por una red de cañerías construidas especialmente para este objeto. En el estanque del León quedaba almacenada el agua hasta el momento en el que fuera empleada para el riego de la arboleda de la huerta. Al parecer esta cesión solo se producía cuando sobraba agua de los jardines. Una reforma llevada a cabo por la administración del Alcázar en el sector de la huerta de la Alcoba consistió en apoderarse de una de las dos norias que tenía dicha huerta para construir sobre ella un cenador. Con esta nueva incorporación la zona ajardinada resulto ampliada y la Huerta de la Alcoba despojada de una de sus norias, sufriendo con esto una importante merma en su capacidad hídrica. Sin embargo, las capacidades hídricas de los jardines tampoco se vieron aumentadas. Esta noria tampoco llegó a usarse para el riego, ya que al poco de la construcción del cenador, este se vino abajo y supuso un desperdicio de un recurso tan escaso como necesario. Como compensación se le garantizó a la huerta el disfrute de una parte del agua de los Caños de Carmona. Una solución fue llenar el estanque del León por la noche, por ser este el mejor momento para interrumpir el agua en los jardines y habitaciones. Aún así, en época de sequía suponía inconvenientes como: ser perjudicial para los jardines disminuyendo el valor en sus menguados recursos hídricos, resultaba insuficiente la cantidad de agua y provocaba importantes deterioros en las conducciones de agua y había que estar reparándolas.

En 1721 se decidió en la Huerta de la Alcoba la construcción de un nuevo pozo y de su correspondiente tajea hasta el estanque del León, para proveer tanto a la huerta como a los jardines del agua necesaria para el riego. Se encontraba al lado del estanque del León y así, el estanque también podía ser utilizado para almacenar agua de este nuevo pozo. Según Marín Fidalgo, en 1595 existía un pozo en este mismo lugar. Es probable que este pozo fuese el mismo que quedó inutilizado al desplomarse el cenador

de la Alcoba y que en 1721, la casualidad hizo que se escavara un nuevo pozo justamente en el lugar donde permanecía oculto el antiguo. A este pozo se le dio bastante fondo para que tuviese agua abundante durante todo el año. Sin embargo, se olvidó el construir una red de canalizaciones que distribuyera por los jardines el agua de riego. Hasta que no se subsanara esto, los jardines se seguirían abasteciendo de los Caños de Carmona, que en aquel momento, apenas traía agua. Así, que cuando apretaba la sequía, a la administración del Alcázar no le quedaba más remedio que traer el agua del pozo de la huerta, transportándolo a los jardines en recipientes como ocurrió en 1782. Este pozo con el tiempo se fue modificando: la noria fue sustituida por una bomba elevadora y toda la zona fue transformada en una especie de glorieta, rodeada de cipreses, donde se ubicaron bancos y columnas. Actualmente este pozo sigue en funcionamiento y sus aguas son empleadas para el riego de los jardines. Se desconoce el motivo, seguramente económico, por el cual no se construyeron embalses o depósitos de agua con el fin de almacenarla cuando esta era abundante.

Podemos decir que la sequía fue, a lo largo de todo el siglo XIX, uno de los principales problemas del Alcázar. En 1836, con la invasión de tropas francesas, se acondicionaron las huertas para el combate. La prolongada falta de agua estuvo provocada por los graves destrozos que dejó una bala de cañón en el acueducto de los Caños de Carmona y, con ello, quedó interrumpido el suministro de agua a la ciudad. Esta situación en el mes de julio provocó numerosos daños en la vegetación y en el agrietamiento de las cañerías. Con la intención de aliviar la difícil situación, se llevaron a cabo labores de mantenimiento y reparación en los Caños de Carmona, por los que se perdía agua. También se realizaron mejoras en los tres pozos que tenían las huertas: sustituyeron las norias de madera, que estaban deterioradas y sacaban menos agua, por norias de hierro.

La escasez de agua en el siglo XX, no experimentó ninguna mejoría. En 1908, el alcalde del Alcázar, Fernando de Serna y Zuleta solicitaba la autorización del Ayuntamiento para que se le permitiera regar estos jardines y huertas con el agua que la Compañía Abastecedora tomaba del Guadalquivir. El Ayuntamiento accedió a esta petición pero el Alcázar renunció a dicha concesión debido a la repercusión sobre la salud de los monarcas que podía tener esta agua y porque era necesaria su filtración, cosa que veía muy complicada. En 1910, ante la necesidad de incrementar los recursos

hídricos del Alcázar, propuso la creación de un nuevo parque en la Huerta de la Alcoba. Se volvió a consultar el problema de insalubridad y los nuevos requisitos fueron que se cortase el riego 15 días antes de la llegada de los monarcas para evitar el riesgo de infección. Según las estimaciones el nuevo parque consumiría 100 m³ de agua al día, que serían suministrados gratuitamente por la Compañía Abastecedora al Alcázar. En enero de 1911 se terminaron de colocar las tuberías de acero asfaltado que habrían de repartir el agua entre las cuarenta bocas de riego que acababan de ser instaladas en los terrenos del futuro parque. Paralelamente, se estudió la posibilidad de ahondar uno de los pozos de la huerta para que proporcionara un mayor volumen de agua. Se ignora, sin embargo, si se llevó a cabo este proyecto. En todo caso, lo que sí se hizo fue conectar la red de tuberías para el riego al citado pozo por si, en algún momento, se producía un corte de suministro y era preciso regar el nuevo parque con las aguas del mismo.

5.3.2. Riego Actual

Como se lleva comentando en todo este apartado, el riego actual en los jardines utiliza los tres métodos: aspersión, riego por goteo y manual. La aspersión predomina en la mayor parte de los jardines, mientras que el riego por goteo, aunque también se encuentran en estos, sólo se destina al riego de los setos que bordean los parterres o las zonas con rosaleda. El riego manual tiene un uso más reducido, pero no por ello menos importante, ya que las pérdidas y derroche de agua pueden ser considerables.

5.3.2.1. Riego manual con manguera y regadera.

El jardinero que se ocupa de la manguera, realiza un mismo circuito todas las semanas, de manera que queda todo regado una vez. El circuito puede modificarse, ya que lo realiza toda la mañana e intenta no ocupar las zonas de mayor tránsito turístico. Se encarga de regar macetones, parterres y arriates que no tienen ni goteros ni aspersión. También va repasando algunas plantas y árboles a los que no les llega suficiente cantidad de agua y necesitan un mayor aporte, así como las nuevas plantaciones. El riego con regadera se limita a las macetas que se encuentran en el apeadero (salida del Alcázar) y las estancias.



Ilustración 40. Riego con manguera

Se dispone de una red de bocas de riego separadas no más de 30 metros para que con una manguera de 15 metros se pueda llegar a cualquier zona del jardín.

La manguera tiene el material del rociador de PVC, es ligera, flexible y resistente al enroscarse y soporta temperaturas de 5 a 65°C. Manguera de látex reforzada con diámetro de 1", longitud de 15 metros, presión nominal de 8 bares y caudal aplicado de $1,56 \text{ l/s} = 5,63 \text{ m}^3/\text{h}$.

5.3.2.2. Riego localizado.

Se reduce básicamente al riego de setos y rosaledas. Este sistema de riego se encuentra rodeando la mayoría de los parterres que están delimitados por setos de boj o mirto. También podemos encontrar goteros en las rosaledas de las huertas y en el Laberinto. Los goteros se activan en cada jardín normalmente dos o tres veces por semana y están funcionando la mayor parte del día (de 5 a 10 horas), excepto los del jardín de Vega-Inclán que sólo se activan el tiempo que están los aspersores funcionando. En las rosaledas el tiempo de riego aumenta a cinco días a la semana. En los jardines existen varios tipos de goteros, ya que algunas zonas, como el jardín del Príncipe, el jardín de las Flores y el Laberinto se han restaurado con unos modelos nuevos y actuales. No obstante, estos goteros están mezclados en los distintos jardines sin tener en cuenta sus características.

Podemos encontrar tres tipos de goteros, dos de ellos integrados en tubería de 16mm de diámetro y un caudal nominal variable y un tercer tipo de gotero interlinea con tubería de 16mm de diámetro y caudal nominal variable. La tubería portallateral de PE 32 de baja densidad, con 4 atm de presión nominal y diámetro nominal de 63mm.



Ilustración 41. Goteros integrados



Ilustración 42. Goteros interlinea

5.3.2.3. Riego por aspersión.

La mayor parte del riego se realiza con este sistema. Normalmente, en cada jardín, se realizan dos riegos a la semana, lunes y jueves o martes y viernes. El primer riego de la semana tiene mayor duración (aproximadamente una hora) mientras que el riego previo al fin de semana puede tener la mitad de duración que el anterior. Este tipo de riego se realiza en primavera, mientras que en verano, cuando la temperatura es mayor y las precipitaciones son escasas, la duración del riego por aspersión es mayor y

pueden darse incluso tres riegos a la semana (Anejo 3: Catalogo de Aspersores y Difusores).

Los aspersores son todos RAIN-BIRD serie MAXI-PAW™, con variación del modelo, según si son más o menos actuales. Presentan una presión nominal de 1,7 atm y un caudal nominal de $0,64\text{m}^3/\text{h}$. Aspersor emergente de impacto de círculo completo y sectorial (de 90, 180 o 360°).



Ilustración 43. Aspersor RAIN-BIRD

Aspersor HUNTER-PGP 17A-360. Con capacidad de distribuir agua uniformemente desde las toberas de alta precisión. Emergente de 10 cm (4") de ángulo bajo, ajustable de círculo completo sin válvula antidrenaje. Presión de 2,1 bares y caudal de $0,64\text{ m}^3/\text{h}$ para un ángulo de 180°.



Ilustración 44. Aspersor Hunter PGP

Se observan difusores en el Patio de Doncellas, en el jardín de las Flores, de la Galera, del Chorrón y en la zona de la muralla pegada a la cafetería. Difusores emergentes RAIN-BIRD serie UNI-spray™ 10VAN, con presión nominal de 1,5 bares y caudal nominal de 0,53 m³/h para un ángulo de 360°. Toberas de sector regulable.



Ilustración 45. Difusores RAIN-BIRD

Señalar además, que no se utiliza ningún tipo de programador de riego ni automatismo. El encargado del riego es el que abre y cierra las llaves de paso para poner en marcha o detener aspersores y goteros.

5.3.3. Reformas realizadas en las últimas décadas

En la tabla 22 se mencionan las reformas realizadas desde el año 1990 hasta el 2008 en lo que se refiere a instalaciones hídricas y riego. Estas reformas han sido imprescindibles para llevar a cabo el riego actual.

Tabla 22. Reformas realizadas en las últimas décadas

AÑO	REFORMA
1991	Instalación de agua. Tres acometidas de 80mm y una de 1". Empresa Alcarria
1994	Corte, limpieza y nueva instalación de riego en los 1000m ² del actual Laberinto
1995	Apertura del merendero de la Parra, renovando la instalación de agua que surte la pequeña fuente central
	Instalación de sistema por goteo en la totalidad de los jardines para racionalizar el consumo y conseguir mayor eficiencia
	Reparación del estanque del León para evitar la pérdida de agua por las fisuras
	Instalación de dos fuentes bebedero de agua potable para los visitantes
1998	En el Patio de la Montería, colocación de cuatro bocas de riego en una amplia canaleta y la formación de un pozo filtrante supletorio a la red existente
	Restauración de los "Surtidores sorpresa" del Jardín de la Danza
1999	Nueva instalación de agua para recuperar la cascada del conocido monte Parnaso en el Jardín de la Cruz
2001	Nueva instalación de agua y desagüe con pozos filtrantes en las fuentes del Jardín de la Vega-Inclán
	Estación de filtración y tratamiento químico enterrada a fin de proteger el esmalte de las piezas cerámicas en contacto con el agua de pozo y que a su vez fuera compatible con la presencia de carpas en el estanque central.
2002	Restauración de la fuente del jardín de las flores.
2004	Restauración del patio de Doncellas. El abastecimiento de agua del estanque se hizo en circuito cerrado con una estación filtrante y bomba de recirculación ubicada en el sótano del palacio junto al jardín de Troya. La salida y entrada de agua se dispuso de acuerdo con los sistemas que suponen originales.
	Sustitución de la instalación de riego del jardín inglés con la colocación de bocas de riego en distancias no superiores a treinta metros
2005	Renovación de la instalación de riego de los jardines de Vega-Inclán, jardín de los Poetas, jardín del Chorrón y patio del Crucero.
2006	Restauración de la fuente del órgano o fuente de la Fama.
2008	Impermeabilización de los estanques del jardín de los Poetas a través de una película de poliéster ante la pérdida de agua que se venía observando.

6. GESTIÓN DEL RIEGO.

6.1. Organización del riego

El personal que se dedica a la gestión del riego es bastante reducido. En total hay veinte personas dedicadas al mantenimiento de los jardines, de los cuales solo tres se dedican al riego de jardines:

- Un operario con dedicación exclusiva para el riego por aspersión y el riego localizado. Se encarga durante toda la mañana de ejecutar la apertura y cierre de las llaves de paso en los distintos jardines.
- Un operario con dedicación exclusiva para el riego manual con manguera. Para la manguera, como ya se ha mencionado anteriormente, se realiza un circuito semanal que recorre todos los jardines.
- Un operario con dedicación parcial al riego manual de macetas mediante regadera. Se encarga de regar las macetas una o dos veces por semana, dependiendo del tipo de cultivo y de las condiciones climáticas (temperaturas, precipitación, etc.) llegando a tres veces en los meses estivales. Este operario, además, se encarga de otras labores de mantenimiento de jardines como el cuidado de las plantas, trasplantes, injertos, etc.

6.2. Metodología de programación y calendario de riegos.

En la actualidad no se aplica una metodología científico-técnica de programación del riego, sino que se utiliza la propia experiencia de los operarios responsables de la gestión del riego para decidir aspectos como el inicio de la estación de riego, la frecuencia o la dosis de riego. Debido a las limitaciones de caudal disponible, no se riega todo el mismo día, sino que la programación se realiza de forma escalonada alternando pozos y sectores según conveniencia. Dentro de cada sector de riego, algunos jardines disponen a su vez de válvulas de control manual que les permite un manejo individualizado del riego. Todos los sectores reciben aproximadamente el mismo caudal de agua, aunque la cantidad real de agua aplicada a cada jardín varía en

función del tiempo de riego y del tipo de sistema de riego (aspersión, goteo y/o manguera).

En cuanto a los criterios utilizados por los responsables del riego para conformar el calendario estacional de riego se destacan los siguientes: meteorología, caudal disponible en cada pozo, nivel orientativo de humedad del suelo (apreciación visual), estado vegetativo de las plantas así como su aspecto general. En este sentido, aquellas especies que están en fase de floración y fructificación y que, por tanto, requieren mayores cantidades de agua, son dotadas de un mayor tiempo de riego en comparación con los jardines que presentan mayoría de especies en otros estados fenológicos. Sin embargo, es importante resaltar que no se tienen en cuenta a la hora de realizar la programación del riego factores tan importantes como la fracción de cubierta vegetal o las características hídricas inherentes a cada especie. Tampoco se practican estrategias de riego deficitario, al menos de forma intencionada, en aquellas especies que toleren ciertos niveles de estrés hídrico.

Calendario de riego

Se dispone de un calendario de riego estándar (Tabla 23) que establece los días y la duración del riego en cada jardín. Éste puede sufrir ligeras variaciones entre semanas (según las incidencias que se puedan presentar), respetando los tiempos de riego por jardín y semana.

Normalmente se empieza a regar a mediados del mes de abril, cuando las temperaturas comienzan a aumentar. Se riega durante toda la jornada de mañana: desde las siete y media que empiezan la jornada los operarios, hasta las dos de la tarde que terminan. El riego localizado en las rosaledas de las Huertas también está operativo durante la tarde. Se pone en marcha ya se activan los motores para rellenar el estanque del jardín de la Vega-Inclán, que utiliza su agua para abastecer las fuentes de esta zona.

La tabla 23 presenta el calendario de riego estándar que suele aplicarse a lo largo de la estación de riego en los jardines de los Reales Alcázares.

Tabla 23. Calendario de riego aproximado que se lleva a cabo en los jardines de los Reales Alcázares.

R.L= riego localizado; R.A= riego por aspersión; M=riego manual con manguera

CALENDARIO DE RIEGO	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
PATIO DEL LEÓN	M+ R.L			R.L	
PATIO DE LA MONTERÍA	M				
PATIO DEL YESO	M				
JARDÍN DE MARÍA PADILLA	M	R.A		R.A	
JARDÍN DE LA ALCUBILLA	M				
JARDÍN DEL CHORRÓN	M	R.A			R.A
PUERTA MARCHENA, MURALLA GRUTESCO, Y delantera de la cafetería	M				M
MURALLA DE LOS JARDINES DE MURILLO	M	M			
PUERTA DE LA ALCOBA		M			
JARDÍN DE LA CRUZ	R.A	M		R.A	
JARDÍN INGLÉS (PRADERA)	R.L+R. A	M	R.L+R.A		R.L+R.A
JARDÍN DEL LABERINTO	R.L	M		R.L	
JARDÍN DE LA DANZA.	R.L		R.L+M		R.L
JARDÍN DE TROYA			M		
JARDÍN DE LA GALERA	R.L+R. A		R.L+M	R.A	
JARDÍN DE LAS FLORES		R.A	M		R.A
PALACIO DE CARLOS V	R.L	R.L+R.A	R.L+M	R.L+R. A	R.L
JARDÍN DE LAS DAMAS	R.A	R.L	M	R.A	R.L
JARDÍN DEL PRINCIPE.		R.L+R.A		M	R.L+R.A
PATIO DE LEVIES, DE ROMERO MURUBE Y DEL ASISTENTE				M	
HUERTAS	R.L+R. A	R.L	R.L+R.A	R.L+M	R.L
PATIO DE LAS DONCELLAS		R.A			R.A
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la guardería	R.L+R. A y M				R.L+R.A
JARDÍN DE LOS POETAS	R.L+R. A			R.L+R. A	M
NUEVAS PLANTACIONES					M

6.3. Evaluación de la adecuación del riego

Como se ha mencionado anteriormente, la programación del riego en los jardines del Alcázar no se realiza atendiendo a las necesidades hídricas determinadas por criterios científico-técnicos, sino que se basa en la propia experiencia de los

operarios de riego y en los criterios descritos en el apartado anterior. La evaluación de la idoneidad de uso del agua de riego requiere por tanto determinar las necesidades hídricas de los distintos jardines teniendo en cuenta aspectos como los distintos microclimas que se generan en un jardín, las características hídricas de cada especie o las distintas hidrozonas que podrían realizarse.

Por lo tanto, se ha realizado una estimación de las necesidades hídricas de cada jardín así como del volumen de agua aplicado en los jardines según los datos obtenidos en el estudio.

6.3.1. Estimación de necesidades hídricas

La elaboración de un plan de riego se concreta en la realización de un calendario en el que se determina el momento de efectuar los riegos y la cantidad de agua que se debe aplicar en cada uno de ellos. En general, para elaborar un calendario de riego pueden emplearse datos climáticos medidos en tiempo real (calendario en tiempo real), o datos climáticos medios de varios años (calendario medio), que permite realizar una valoración de las necesidades de riego medias para todo el año (en nuestro caso, utilizaremos datos climáticos de varios años). En jardinería, la programación suele hacerse mediante calendarios medios con los que se determinan las necesidades de riego por periodos, normalmente quincenales, para todo el año. En nuestro caso, dado que el objetivo no es de manejo sino de evaluación, se han determinado las necesidades hídricas medias mensuales para los distintos jardines de estudio. Para ello se necesitan los siguientes datos:

- Evapotranspiración de referencia (ET_o) y precipitación (P) de la zona.
- Coeficientes de especie (K_e), densidad (K_d), microclima (K_m) de las especies y de las hidrozonas consideradas.
- Tolerancia a la salinidad de las plantas empleadas.
- Eficiencia de aplicación (E_a) del sistema de riego empleado.
- Salinidad del agua de riego.

6.3.1.1. Cálculo del coeficiente de jardín

El coeficiente de jardín (K_j) se basa en una evaluación de las especies plantadas, la densidad de vegetación y el microclima o microclimas existentes y que se utilizará para el cálculo de la evapotranspiración (ET) en lugar del coeficiente de cultivo tradicional utilizado en cultivos agrícolas.

El coeficiente de jardín (K_j) describe las necesidades hídricas de las plantas de jardín a través de tres coeficientes que dependen de:

- Las especies que componen el jardín, (K_e)
- La densidad de plantación, (K_d)
- Las condiciones microclimáticas, (K_m).

$$K_j = K_e \times K_d \times K_m$$

Coeficiente de especie (K_e). El valor del coeficiente de especie es clave para la determinación del coeficiente del jardín. Sin embargo no existe una lista normalizada de valores de K_e , por lo que en numerosas ocasiones los profesionales de la jardinería deben recurrir a su propio criterio y experiencia para establecer el valor de dicho coeficiente. En el Anejo 4: Coeficiente de especie, se proporciona una lista de las especies representativas de los jardines del Alcázar con un coeficiente de especie aproximado (*Ávila-Alabarces y col. 2006*). Para el cálculo de la ET en los jardines se considerará un valor de K_e medio, siempre y cuando se acepte como objetivo mantener las plantas de mayor K_e con vida pero con un aspecto visual inferior al óptimo. Esta opción no es la más adecuada para realizar un uso eficiente del agua, ya que las plantas con menores necesidades de agua recibirán más de la necesaria. Sin embargo, en este caso se utilizará este criterio dado que el diseño de unidades y sub-unidades de riego no se ha planificado atendiendo al concepto de hidrozona, entendiendo como tal la agrupación de especies con requerimientos hídricos similares en una misma zona.

Coeficiente de densidad (K_d). Los jardines difieren considerablemente en cuanto a sus densidades de vegetación. Los recién instalados o aquellos con plantas espaciadas tienen en general menor superficie foliar que los jardines maduros o densos.

Las pérdidas de agua en un jardín denso son mayores que en uno de baja densidad, a pesar de que las plantas individuales en un jardín espaciado puedan perder más cantidad de agua para una superficie foliar determinada.

El valor del coeficiente de densidad depende del tipo de vegetación presente en el jardín, siendo el caso más difícil de evaluar el de los árboles. Para éstos se considerará un valor de $K_d = 1,0$ cuando la cubierta vegetal (porcentaje de suelo sombreado) esté entre el 60 y el 100%. Si este porcentaje es menor del 60%, K_d disminuye, llegando a su valor mínimo (0,5) cuando la cubierta es del 25% o menor. Si el tipo de vegetación que predomina en el jardín es arbórea pero además hay arbustos y plantas tapizantes, el K_d se ajusta al alza hasta un valor máximo de 1,3 (siempre en función de la cubierta vegetal de los árboles). Para arbustos y plantas tapizantes el coeficiente de densidad se considera equivalente. Con este tipo de vegetación, K_d toma un valor de 1,1 cuando la cubierta del suelo es completa o casi completa (90%). Si este porcentaje es menor o si la zona está recién plantada, el coeficiente disminuye tomando valores entre 1,0 y 0,5. Cuando sobre una base de tapizantes o de arbustos exista otro tipo de vegetación, los valores de densidad aumentan tomando valores entre 1,0 y 1,3.

Los jardines más comunes son los de plantaciones mixtas de elevada densidad, es decir aquellos que tienen árboles y arbustos plantados sobre una capa de tapizantes. En este caso K_d toma el valor máximo, 1,3. También se pueden encontrar plantaciones mixtas de media o de baja densidad para los que el valor de K_d disminuye. El valor mínimo (0,6) se le asigna a jardines de este tipo recién plantados o espaciados. Es el caso de la mayoría de los jardines del Alcázar, en los que encontramos árboles, arbustos y tapizantes.

Tabla 24. Valores de K_d utilizados en el estudio (Ávila-Alabarces y col. 2006)

Tipo de vegetación	Coeficiente de Densidad		
	Alto	Medio	Bajo
Árboles	1,3	1,0	0,5
Arbustos	1,1	1,0	0,5
Tapizantes	1,1	1,0	0,5
Plantación Mixta	1,3	1,1	0,6
Césped	1,0	1,0	0,6

Coefficiente de microclima (Km). Se utiliza para tener en cuenta las diferencias ambientales al calcular el coeficiente del jardín, y es relativamente fácil de calcular. Una condición microclimática media ($Km = 1,0$) es aquella en la que las estructuras, edificaciones, etc. no influyen en el microclima del jardín. En condiciones microclimáticas “altas” o “bajas” existe una influencia externa sobre las condiciones naturales del jardín.

En las “altas”, (Km entre 1,0 y 1,4), las condiciones externas aumentan la evaporación de la zona de riego. Esto suele ocurrir en jardines rodeados de edificaciones que absorben calor. En estos casos, el jardín recibe una radiación y una energía extra procedente de las construcciones que lo rodean, que hará que la evaporación que se produzca sea superior a la de un jardín que no esté expuesto a estas condiciones. Por ejemplo, la evaporación que tiene lugar en un jardín rodeado de edificios de hormigón será mayor a la de un jardín sombreado por la ladera de una montaña. En el primer caso, los edificios que rodean al jardín absorben y ceden calor, al tiempo que impiden que parte de la radiación neta se disipe. Todo esto hará aumentar la temperatura del jardín y por tanto su tasa de evapotranspiración.

Por el contrario, en las condiciones microclimáticas “bajas” (Km entre 0,5 y 1,0) la influencia externa hará disminuir la evaporación. Esto suele suceder en jardines sombreados, protegidos de los vientos, orientados hacia el norte, etc. En estos casos el jardín recibe una tasa de radiación menor por estar a la sombra o por tener una orientación tal que los rayos solares tengan menor incidencia.

Tabla 25. Valores de Km utilizados en el estudio (Ávila-Alabarces y col., 2006)

Tipo de vegetación	Coeficiente de Microclima		
	Alto	Medio	Bajo
Árboles	1,4	1,0	0,5
Arbustos	1,3	1,0	0,5
Tapizantes	1,2	1,0	0,5
Plantación Mixta	1,4	1,0	0,5
Césped	1,2	1,0	0,8

6.3.1.2. Necesidades netas de agua de riego

Para el cálculo de las necesidades de riego es preciso conocer la evapotranspiración del jardín (ET). Ésta se calcula a partir del producto del coeficiente de jardín (Kj) y la evapotranspiración de referencia (ET₀, obtenida según el método FAO Penman-Monteith).

- $ET = K_j \times ET_0$
- $N_n = ET - P_e$

Las entradas de agua pueden ser debidas a la precipitación efectiva (P_e) o al riego (R). Por su parte, las salidas de agua se deberán a la evapotranspiración (ET), la escorrentía (S) o la infiltración profunda (F_p). Se tomará como precipitación efectiva (P_e) un 75% de la precipitación (P). $P_e = 0,75 \times P$

Si se considera un sistema de riego bien diseñado aquel en el que no existe escorrentía (S=0) y en el que además la infiltración profunda es nula (F_p=0), la cantidad de agua que necesita la planta o necesidades netas de riego (N_n), corresponderá a la diferencia entre la cantidad de agua que el conjunto suelo-planta pierde, evapotranspiración (ET), y el agua que se aporta de forma natural, precipitación efectiva (P_e).

Sin embargo, debido a que en todo sistema de riego se producen pérdidas de agua debidas a infiltración profunda, evaporación, fugas, etc. es preciso determinar las necesidades brutas de riego de acuerdo con la siguiente expresión.

$$Nb = \frac{N_n}{Ea - FL}$$

donde:

- Ea: eficiencia de aplicación del riego
- FL: fracción de lavado

La eficiencia de aplicación de un sistema de riego localizado es de un 85-90%, mientras que en riego por aspersión este porcentaje desciende hasta un 70-80%, y en superficie hasta aproximadamente un 60%. En cualquier caso los valores de eficiencia dependerán en gran medida del manejo que se haga de los riegos.

La fracción de lavado depende del factor de concentración (F_c), que puede determinarse a partir de la siguiente expresión.

$$F_c = \frac{\text{Umbral de tolerancia del cultivo (dS/m)}}{\text{Salinidad del agua de riego (dS/m)}}$$

Una vez conocido F_c , la fracción de lavado se determina a partir de la curva de necesidades de lavado (Ávila-Alabarces y col., 2006).

Como en nuestro caso el agua es de buena calidad agronómica y no presenta riesgo de salinización del suelo (Capítulo 5), podemos expresar las necesidades brutas como:

$$Nb = \frac{Nn}{Ea}$$

En las tablas 26 y 27 se muestran los datos calculados de las necesidades brutas mensuales de cada jardín y patio, diferenciados estos por el tipo de riego y/o por el sector de riego de al que pertenece.

JARDINES Clasificados por sectores de riego y por el tipo de riego		Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		ETO(mm/mes)	34,2	47,7	84,7	107,3	143,2	169,9	200,8	183,3	129,5	84,2	46,6	33,7
		P(mm/mes)	65	54	38	57	34	13	2	6	23	62	84	95
		Pefectiva	48,75	40,5	28,5	42,75	25,5	9,75	1,5	4,5	17,25	46,5	63	71,25
NECESIDADES BRUTAS (mm/mes)														
CAFETERÍA y muralla grutesco	Parterres	R.A	0,00	0,00	2,66	0,00	34,74	68,55	94,38	81,98	39,16	0,00	0,00	0,00
	Arriates	M	0,00	0,00	18,85	12,80	69,67	116,84	154,79	136,09	72,69	0,00	0,00	0,00
PATIO DEL LEÓN		R.L	0,00	0,00	1,45	0,00	29,13	58,69	81,15	70,40	33,18	0,00	0,00	0,00
PATIO DE LA MONTERÍA		M	0,00	0,00	35,51	33,90	97,84	150,25	194,28	172,13	98,16	5,02	0,00	0,00
PATIO DEL YESO		M	0,00	0,00	1,91	0,00	41,03	82,86	114,63	99,43	46,79	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE MARÍA PADILLA		R.A	0,00	0,00	30,71	30,04	82,16	124,82	160,89	142,69	82,05	6,30	0,00	0,00
PATIO DE LEVIES Y R. MURUBE		M	0,00	0,00	25,17	20,81	80,37	129,52	169,79	149,77	82,36	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DEL PRÍNCIPE		R.L y R.A	0,00	0,00	24,94	23,28	70,51	109,29	141,70	125,43	71,03	2,08	0,00	0,00
PATIO DE DONCELLAS		R.A	0,00	0,00	0,00	0,00	13,73	43,63	64,93	55,10	20,17	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LAS FLORES	Parterres	R.A	0,00	0,00	0,00	0,00	20,61	51,79	74,57	63,90	26,38	0,00	0,00	0,00
	Arriates	M	0,00	0,00	0,00	0,00	29,10	68,70	97,90	84,15	36,00	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA GALERA	parterres	R.L y R.A	0,00	0,00	0,00	0,00	25,14	55,45	78,07	67,35	29,99	0,00	0,00	0,00
	arriates	M	0,00	0,00	30,14	27,11	88,77	139,49	181,57	160,53	89,96	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE TROYA		M	0,00	0,00	28,73	25,32	86,38	136,66	178,22	157,47	87,80	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA DANZA.	Superior	R.L	0,00	0,00	4,36	0,00	34,06	64,53	88,06	76,71	37,64	0,00	0,00	0,00
	Inferior	R.L	0,00	0,00	12,13	7,55	47,20	80,13	106,49	93,53	49,52	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DEL CHORRÓN	parterres	R.A	0,00	0,00	8,35	1,71	44,36	79,97	107,88	94,30	47,86	0,00	0,00	0,00
	arriates	M	0,00	0,00	8,97	0,28	52,97	97,02	131,37	114,70	57,58	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA ALCOBILLA		M	0,00	0,00	21,67	16,38	74,45	122,50	161,49	142,20	77,01	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LAS DAMAS	1	R.L y R.A	0,00	0,00	3,60	0,00	34,44	66,50	91,12	79,27	38,41	0,00	0,00	0,00
	2	R.L y R.A	0,00	0,00	8,76	2,79	43,17	76,85	103,36	90,44	46,30	0,00	0,00	0,00
	3	R.L y R.A	0,00	0,00	6,70	0,18	39,68	72,71	98,46	85,97	43,15	0,00	0,00	0,00
	4	R.L y R.A	0,00	0,00	0,19	0,00	28,67	59,65	83,03	71,88	33,19	0,00	0,00	0,00
	5	R.L y R.A	0,00	0,00	10,83	5,41	46,66	80,99	108,25	94,90	49,46	0,00	0,00	0,00
	Arriates	R.L y R.A	0,00	0,00	5,43	0,00	37,53	70,16	95,45	83,22	41,20	0,00	0,00	0,00
PALACIO DE CARLOS V	Parterres	R.L y R.A	0,00	0,00	0,37	0,00	28,99	60,02	83,47	72,28	33,48	0,00	0,00	0,00
	Arriates	M	0,00	0,00	28,73	25,32	86,38	136,66	178,22	157,47	87,80	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA CRUZ		R.L y R.A	0,00	0,00	3,60	0,00	34,44	66,50	91,12	79,27	38,41	0,00	0,00	0,00
JARDÍN INGLÉS (PRADERA)	A	R.A	0,00	0,00	5,67	0,00	37,94	70,64	96,02	83,73	41,57	0,00	0,00	0,00
	B	R.A	0,00	0,00	2,74	0,00	34,88	68,72	94,58	82,17	39,29	0,00	0,00	0,00
	C	R.A	0,00	0,00	6,04	0,00	40,46	75,35	102,42	89,32	44,34	0,00	0,00	0,00
	D	R.A	0,00	0,00	0,00	0,00	25,57	57,68	81,53	70,25	30,87	0,00	0,00	0,00
	SETOS +	R.L	0,00	0,00	0,00	0,00	15,87	42,95	62,55	53,42	21,18	0,00	0,00	0,00
	Muro	R.L y R.A	0,00	0,00	21,15	18,49	64,11	101,70	132,72	117,24	65,24	0,00	0,00	0,00
	Carlos V	R.L	0,00	0,00	0,00	0,00	18,21	44,38	63,59	54,57	22,92	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN	A	R.L y R.A	0,00	0,00	23,56	21,54	68,19	106,53	138,43	122,46	68,93	0,71	0,00	0,00
	B	R.L y R.A	0,00	0,00	6,70	0,18	39,68	72,71	98,46	85,97	43,15	0,00	0,00	0,00
	C	R.L y R.A	0,00	0,00	0,00	0,00	18,16	47,17	68,28	58,42	23,68	0,00	0,00	0,00
	D	R.L y R.A	0,00	0,00	23,56	21,54	68,19	106,53	138,43	122,46	68,93	0,71	0,00	0,00
	E	R.L y R.A	0,00	0,00	26,31	25,03	72,84	112,05	144,96	128,41	73,13	3,45	0,00	0,00
	Muralla	R.L y R.A	0,00	0,00	0,00	0,00	27,10	59,49	83,67	72,21	32,25	0,00	0,00	0,00
	M. Murillo	R.L	0,00	0,00	27,06	26,89	70,95	106,96	137,55	122,09	70,62	6,71	0,00	0,00
HUERTAS	A	R.L y R.A	0,00	0,00	0,00	0,00	27,46	58,21	81,33	70,33	32,10	0,00	0,00	0,00
	B	R.L y R.A	0,00	0,00	8,76	2,79	43,17	76,85	103,36	90,44	46,30	0,00	0,00	0,00
	C	R.L	0,00	0,00	7,79	2,48	38,37	68,31	91,87	80,39	41,16	0,00	0,00	0,00
	P. Alcoba	R.L	0,00	0,00	14,14	9,60	52,26	87,63	116,10	102,06	54,52	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LOS POETAS		R.L y R.A	0,00	0,00	18,16	14,14	60,94	99,64	131,13	115,53	62,86	0,00	0,00	0,00

Tabla 1. Calendario de riego según las Nb (mm/mes) calculadas por jardín, sector de los mismos y tipo de riego (R.A= Riego por aspersión; R.L= Riego localizado; M= riego manual con manguera). El valor de 0,00 indica que no es necesario el riego durante este mes, ya que le precipitación efectiva (Pefectiva) es mayor que la ET del cultivo. . P: precipitación total. ETO: evapotranspiración de referencia.

JARDINES Clasificados por sectores de riego y por el tipo de riego			Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
			ETO(mm/mes)	34,2	47,7	84,7	107,3	143,2	169,9	200,8	183,3	129,5	84,2	46,6	33,7
			P(mm/mes)	65	54	38	57	34	13	2	6	23	62	84	95
			Pefectiva	48,75	40,5	28,5	42,75	25,5	9,75	1,5	4,5	17,25	46,5	63	71,25
			Sup (m2)↓	NECESIDADES BRUTAS (m³/mes jardín)											
CAFETERÍA y muralla grutesco	Parterres	R.A	1300,90	0,00	0,00	3,46	0,00	45,19	89,18	122,78	106,65	50,94	0,00	0,00	0,00
	Arriates	M	40,29	0,00	0,00	0,76	0,52	2,81	4,71	6,24	5,48	2,93	0,00	0,00	0,00
PATIO DEL LEÓN		R.L	418,16	0,00	0,00	0,60	0,00	12,18	24,54	33,94	29,44	13,88	0,00	0,00	0,00
PATIO DE LA MONTERÍA		M	331,38	0,00	0,00	11,77	11,24	32,42	49,79	64,38	57,04	32,53	1,66	0,00	0,00
PATIO DEL YESO		M	11,70	0,00	0,00	0,02	0,00	0,48	0,97	1,34	1,16	0,55	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE MARÍA PADILLA		R.A	606	0,00	0,00	19,12	18,71	51,17	77,74	100,20	88,87	51,10	3,93	0,00	0,00
PATIO DE LEVIES Y R. MURUBE		M	47,20	0,00	0,00	1,19	0,98	3,79	6,11	8,01	7,07	3,89	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DEL PRÍNCIPE		R.L y R.A	342,62	0,00	0,00	8,54	7,98	24,16	37,45	48,55	42,98	24,34	0,71	0,00	0,00
PATIO DE DONCELLAS		R.A	216,5	0,00	0,00	0,00	0,00	4,71	14,95	22,25	18,88	6,91	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LAS FLORES	Parterres	R.A	178,183	0,00	0,00	0,00	0,00	3,67	9,23	13,29	11,39	4,70	0,00	0,00	0,00
	Arriates	M	23,092	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	1,59	2,26	1,94	0,83	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA GALERA	parterres	R.L y R.A	134,571	0,00	0,00	0,00	0,00	3,38	7,46	10,51	9,06	4,04	0,00	0,00	0,00
	arriates	M	29,422	0,00	0,00	0,89	0,80	2,61	4,10	5,34	4,72	2,65	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE TROYA		M	20,20	0,00	0,00	0,58	0,51	1,74	2,76	3,60	3,18	1,77	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA DANZA.	Superior	R.L	177,58	0,00	0,00	0,77	0,00	6,05	11,46	15,64	13,62	6,68	0,00	0,00	0,00
	Inferior	R.L	234,69	0,00	0,00	2,85	1,77	11,08	18,80	24,99	21,95	11,62	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DEL CHORRÓN	parterres	R.A	115,991	0,00	0,00	0,96	0,20	5,10	9,20	12,41	10,84	5,50	0,00	0,00	0,00
	arriates	M	6,082	0,00	0,00	0,05	0,00	0,32	0,59	0,80	0,70	0,35	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA ALCOBILLA		M	385,60	0,00	0,00	8,36	6,32	28,71	47,24	62,27	54,83	29,69	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LAS DAMAS	A	R.L y R.A	311,865	0,00	0,00	1,12	0,00	10,74	20,74	28,42	24,72	11,98	0,00	0,00	0,00
	B	R.L y R.A	359,194	0,00	0,00	3,15	1,00	15,51	27,60	37,13	32,48	16,63	0,00	0,00	0,00
	C	R.L y R.A	709,309	0,00	0,00	4,75	0,13	28,15	51,57	69,84	60,98	30,60	0,00	0,00	0,00
	D	R.L y R.A	786,672	0,00	0,00	0,15	0,00	22,56	46,92	65,31	56,54	26,11	0,00	0,00	0,00
	E	R.L y R.A	615,137	0,00	0,00	6,66	3,33	28,70	49,82	66,59	58,38	30,42	0,00	0,00	0,00
	Arriates	M	224,025	0,00	0,00	1,22	0,00	8,41	15,72	21,38	18,64	9,23	0,00	0,00	0,00
PALACIO DE CARLOS V	Parterres	R.L y R.A	1528,161	0,00	0,00	0,57	0,00	44,29	91,72	127,55	110,45	51,16	0,00	0,00	0,00
	Arriates	M	106,618	0,00	0,00	3,06	2,70	9,21	14,57	19,00	16,79	9,36	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA CRUZ		R.L y R.A	883,659	0,00	0,00	3,18	0,00	30,44	58,76	80,52	70,04	33,94	0,00	0,00	0,00
JARDÍN INGLÉS (PRADERA)	A	R.A	2264,539	0,00	0,00	12,83	0,00	85,91	159,96	217,43	189,62	94,13	0,00	0,00	0,00
	B	R.A	1706,922	0,00	0,00	4,68	0,00	59,54	117,30	161,45	140,25	67,06	0,00	0,00	0,00
	C	R.A	3463,162	0,00	0,00	20,93	0,00	140,13	260,94	354,68	309,32	153,56	0,00	0,00	0,00
	D	R.A	1979,371	0,00	0,00	0,00	0,00	50,62	114,19	161,41	139,08	61,12	0,00	0,00	0,00
	SETOS +	R.L	2494,668	0,00	0,00	0,00	0,00	39,58	107,14	156,04	133,25	52,85	0,00	0,00	0,00
	Muro	R.L y R.A	579,893	0,00	0,00	12,27	10,72	37,18	58,97	76,97	67,99	37,83	0,00	0,00	0,00
	Carlos V	R.L	170,524	0,00	0,00	0,00	0,00	3,11	7,57	10,85	9,31	3,91	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN	A	R.L y R.A	2509,667	0,00	0,00	59,13	54,05	171,12	267,36	347,42	307,32	172,98	1,78	0,00	0,00
	B	R.L y R.A	866,323	0,00	0,00	5,80	0,16	34,38	62,99	85,30	74,48	37,38	0,00	0,00	0,00
	C	R.L y R.A	1869,255	0,00	0,00	0,00	0,00	33,94	88,17	127,63	109,19	44,27	0,00	0,00	0,00
	D	R.L y R.A	1882,367	0,00	0,00	44,35	40,54	128,35	200,53	260,58	230,51	129,74	1,34	0,00	0,00
	E	R.L y R.A	2165,429	0,00	0,00	56,98	54,19	157,73	242,64	313,90	278,07	158,37	7,46	0,00	0,00
	Muralla	M	460,87	0,00	0,00	0,00	0,00	12,49	27,42	38,56	33,28	14,86	0,00	0,00	0,00
HUERTAS	M. Murillo	R.L	1641,592	0,00	0,00	44,42	44,15	116,47	175,59	225,81	200,42	115,93	11,02	0,00	0,00
	A	R.L y R.A	1181,718	0,00	0,00	0,00	0,00	32,45	68,79	96,11	83,11	37,93	0,00	0,00	0,00
	B	R.L y R.A	3011,26	0,00	0,00	26,39	8,41	130,00	231,42	311,23	272,33	139,43	0,00	0,00	0,00
	C	R.L	1401,618	0,00	0,00	10,92	3,48	53,79	95,75	128,77	112,67	57,69	0,00	0,00	0,00
	P. Alcoba	R.L	204,781	0,00	0,00	2,89	1,97	10,70	17,94	23,77	20,90	11,16	0,00	0,00	0,00
JARDÍN DE LOS POETAS		R.L y R.A	1651,702	0,00	0,00	29,99	23,35	100,66	164,58	216,59	190,82	103,82	0,00	0,00	0,00

Tabla 2. Calendario de riego según las Nb (m³/mes jardín) calculadas por jardín, sector de los mismos y tipo de riego (R.A= Riego por aspersión; R.L= Riego localizado; M= riego manual con manguera), teniendo en cuenta la superficie de cada jardín. Nb(m³/mes jardín)=Nb(mm/mes)/1000xsup. jardín. El valor de 0,00 indica que no es necesario el riego durante este mes, ya que la precipitación efectiva (Pefectiva) es mayor que la ET del cultivo. . P: precipitación total. ETO: evapotranspiración de referencia.

6.3.2. Estimación de volúmenes de riego aplicados

Los volúmenes de agua de riego aplicados a cada jardín han debido ser estimados debido a la ausencia de dispositivos de medida (contadores) en el conjunto de la instalación hidráulica. La metodología de estimación del volumen de riego aplicado ha consistido en:

- a. Inventariar el número y características de los distintos emisores de riego existentes en cada jardín (riego localizado, por aspersión y manguera).
- b. Evaluar *in situ* la calidad de funcionamiento de los emisores de riego localizado (por ser los más sensibles al riesgo de obturaciones).
- c. Determinar los volúmenes de riego aplicados en cada jardín a partir de los tiempos de riego aplicados y el caudal necesario por jardín.

6.3.2.1. Riego manual con manguera

Tal y como se ha comentado, un operario se encarga de seguir un circuito semanal regular (con pequeñas variaciones) con la manguera. El volumen de agua aplicado con el riego a manguera en cada jardín se ha estimado a partir de la jornada efectiva de riego a manguera (6 horas al día ininterrumpidas), el número de jardines regados a manguera por jornada, la superficie regada por jardín y el caudal que descarga la manguera (1,56 l/s). En la tabla 28 se muestran los volúmenes mensuales de agua aplicados a los patios y jardines regados con manguera, indicando si el riego por manguera es el único sistema de riego del jardín o si representa una fuente adicional de agua al riego localizado y/o por aspersión.

Los jardines y patios que se riegan exclusivamente con manguera son: Patios de la Montería, del Yeso, de Levies y de Romero Murube, y los Jardines de Troya y de la Alcubilla. Además de éstos, se riega con manguera la zona de arriates de la cafetería y los arriates de los Jardín de las Flores, de Galera, del Chorrón, de las Damas y de Carlos V.

El riego manual con manguera no varía a lo largo de los meses, ya que el caudal y el tiempo de riego sigue siendo el mismo en primavera y en verano. Por lo tanto, se calcularán las necesidades de riego para un solo mes.

Tabla 28. Volumen mensual de agua aplicado en cada jardín. Se indica si además se realiza otro tipo de riego

CALENDARIO DE RIEGO. CIRCUITO MANGUERA		Superficie regada (m ²)	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	h/ mes	Volumen de riego (m ³ /mes)	ASPERSIÓN	GOTEO
			Horas de riego semanal (h)								
PATIO DEL LEÓN		418,16	0,56					2,22	12,52		X
PATIO DE LA MONTERÍA		331,38	0,44					1,76	9,92		
PATIO DEL YESO		11,70	0,02					0,06	0,35		
JARDÍN DE MARÍA PADILLA		622,78	0,83					3,31	18,64	X	
JARDÍN DE LA ALCUBILLA		385,60	0,51					2,05	11,54		
JARDÍN DEL CHORRÓN		122,07	0,16					0,65	3,65	X	
PUERTA MARCHENA y delantera de la Cafetería		1341,19	1,78					7,13	40,14	X	X
MURALLA DE LA GUARDERÍA		460,87	0,61					2,45	13,79	X	X
MURALLA DE LOS JARDINES DE MURILLO /2		820,80	1,09					4,36	24,57		X
Área total lunes		4514,55									
MURALLA DE LOS JARDINES DE MURILLO /2		820,80		0,34				1,35	7,61		X
PUERTA DE LA ALCOBA		204,78		0,08				0,34	1,90	X	
JARDÍN DE LA CRUZ		883,66		0,36				1,46	8,20	X	X
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y laberinto		12659,08		5,21				20,85	117,41	X	X
Área total martes		14568,32									
JARDÍN DE LA DANZA.		412,27			0,45			1,82	10,24		X
JARDÍN DE TROYA (JARDÍN DE LAS INFANTAS)		20,20			0,02			0,09	0,50		
JARDÍN DE LA GALERA		163,99			0,18			0,72	4,07	X	X
JARDÍN DE LAS FLORES		201,28			0,22			0,89	5,00	X	
JARDÍN DE CARLOS V		1634,78			1,80			7,21	40,61	X	X
JARDÍN DE LAS DAMAS		3006,20			3,32			13,27	74,69	X	X
Área total miércoles		5438,72						0,00	0,00		
JARDÍN DEL PRINCIPE.		342,62				0,34		1,37	7,74	X	X
PATIO DE LEVIES, DE R. MURUBE Y DEL ASISTENTE		47,20				0,05		0,19	1,07		
HUERTAS		5594,60				5,61		22,44	126,32	X	X
Área total jueves		5984,42									
JARDÍN DE LOS POETAS		1651,70					3,65	14,59	82,14	X	X
MURALLA GRUTESCO		565,33					1,25	4,99	28,11		
NUEVAS PLANTACIONES		500,00					1,10	4,42	24,87		
Área total viernes		2717,03	horas totales de riego al día								
AREA TOTAL REGADA		33223,03	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	120,00	675,60		

6.3.2.2. Riego localizado

Es el sistema de riego empleado en rosaledas y setos. Se ha realizado un ensayo de evaluación del sistema para determinar el caudal medio descargado por los goteros así como el coeficiente de uniformidad del sistema.

Se han detectado tres tipos de goteros, dos de ellos integrados y uno interlínea. La separación entre emisores es variable según el jardín y tipo de gotero. Los goteros más recientes y con los que se están sustituyendo los demás, son goteros integrados en una tubería de PE y diámetro de 16mm, que descargan un caudal nominal de 2 l/h.

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Grado de obstrucción de emisores de riego localizado

- Existe una gran variabilidad en el grado de obturación de goteros según el jardín estudiado. Hay goteros en correcto funcionamiento, sin problemas de obturaciones, como los encontrados en los jardines de Galera, el Patio del León, o las rosaledas de Carlos V y de las Huertas. En cambio, existen otros jardines con un grado de obturación de goteros del 30 % (p.e. setos de la pradera del Jardín Inglés) e incluso llegando a alcanzar valores de hasta el 90% (p.e. Jardín de las Damas).

- Los altos grados de obstrucción observados en ciertas unidades de riego localizado parecen tener su origen en el hecho de que no existe un sistema de filtrado del agua a la salida de las fuentes y estanques, lo que provoca que los altos contenidos en materia orgánica unidos al riesgo de precipitación química acaben por obstruir los goteros con el paso del tiempo. Por otra parte, la gran variabilidad existente entre jardines en el grado de obturación de los goteros parece deberse exclusivamente a la antigüedad de la propia instalación de riego.

Coeficiente de uniformidad de riego (CU)

- El coeficiente de uniformidad también es variable en los distintos jardines según el tiempo que lleven en funcionamiento los emisores y el grado de obstrucción de los mismos.

- Se comprueba que los goteros o no son autocompensantes o han perdido su capacidad autocompensante, ya que el caudal de los emisores va disminuyendo al disminuir la presión a lo largo del lateral de riego y conforme éstos están más alejados de la tubería principal. Estos goteros deben de tener más tiempo.

Además, se ha observado que el tipo de gotero utilizado en una misma unidad de riego de un jardín puede ser variable, lo que puede contribuir a una pérdida de uniformidad del riego y a un desarrollo heterogéneo de las plantas. El riego localizado también proviene de pozos distintos según la zona del Alcázar en la que nos encontremos, como se muestra en la tabla 29.

Tabla 29. Distribución de jardines según los pozos que los abastecen

POZO DE LA PARRA	POZO DE CARLOS V	ALJIBE
Jardín de la Vega-Inclán	Jardín Inglés	Jardines históricos
Jardín de los Poetas	Jardín de Carlos V	Jardines Hispanoárabes
Huertas		Jardín de las Damas
		Jardín de la Cruz

Para la realización del estudio, se han utilizado tres jardines distintos según el origen del agua en los que se ha determinado el caudal descargado por un número representativo de emisores. Con ello, se ha calculado el coeficiente de uniformidad y el porcentaje de emisores obstruidos.

- JARDÍN 1. Sistema de riego localizado en las rosaledas de las Huertas. Fuente de agua: pozo de la Parra.

Se observa que la instalación de riego de la rosaleda consta de dos tipos de emisores en una proporción equivalente: goteros integrados y goteros interlínea,

Tomando como referencia el caudal nominal de los goteros (1,2 l/h en los goteros integrados y 2 l/h en los goteros interlínea), se calcula el porcentaje de caudal que descargan los goteros a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Caudal descargado (\%)} = \frac{\text{Caudal medio descargado (l/h)}}{\text{Caudal nominal emisor (l/h)}}$$

Obteniéndose un valor de caudal descargado de 0,89 % para los goteros integrados y de 0,96 % para los goteros interlínea, lo que indica caudales muy diferentes en el mismo parterre.

El cálculo del CU se ha realizado de la siguiente forma:

- Se mide el caudal descargado por un número representativo de goteros de la unidad de riego.
- Los caudales son ordenados de forma descendente y se determina el caudal medio del último cuartil (Q_{25})
- El Coeficiente de Uniformidad de Caudales (CUC) se obtiene a partir del cociente entre Q_{25} y el caudal medio de todos los emisores medidos (Q_{100}).

Los valores obtenidos son los siguientes:

$$Q_{25} = 1,09 \text{ l/h}$$

$$Q_{100} = 1,49 \text{ l/h}$$

$$\text{CUC} = 1,09 / 1,49 \times 100 = 74,15 \%$$

Como consecuencia de la reducida uniformidad del riego, se observa que las plantas regadas con los goteros interlínea, colocados en la parte final de la unidad de riego, presentan un desarrollo superior a las plantas regadas con los goteros integrados (parte inicial de la unidad de riego).



Ilustración 46. Diferencias fisiológicas en los rosales

- JARDÍN 2: Sistema de riego localizado de los setos de la pradera. Fuente de agua: pozo de Carlos V.

Se ha medido el caudal de agua descargado por los goteros de una hilera de setos de mirto de 60 cm de altura con el objetivo de determinar los mismos parámetros del caso anterior. Los goteros son integrados en una tubería de PE marrón con diámetro nominal de 16mm. Se ha observado que el grado de obturación de emisores es alto por lo que se realizó una evaluación más detallada del grado de obturación, para lo que se muestrearon 15 goteros de tres zonas del lateral de riego (inicial, media y final) y se determinó el porcentaje de goteros totalmente obturados.

Teniendo en cuenta que el caudal nominal de los goteros es 1,2 l/h, los resultados obtenidos (Tabla 30) indican que el caudal descargado por los emisores es de 1,36 l/h.

Tabla 30. Mediciones en una hilera de setos de mirto en la pradera

Gotero	(ml/3min)	ml/min	l/h	%agua			
L1	75	25,00	1,50	75,00			
L2	85	28,33	1,70	85,00			
L3	80	26,67	1,60	80,00			
L4	70	23,33	1,40	70,00			
L5	65	21,67	1,30	65,00			
L6	70	23,33	1,40	70,00			
L7	60	20,00	1,20	60,00		Obstruido	%
L8	62	20,67	1,24	62	Zona principio	4/15	26,67
L9	60	20,00	1,20	60,00	Zona media	4/15	26,67
L10	55	18,33	1,10	55,00	Zona final	6/15	40
Media			1,36		Media		31,11

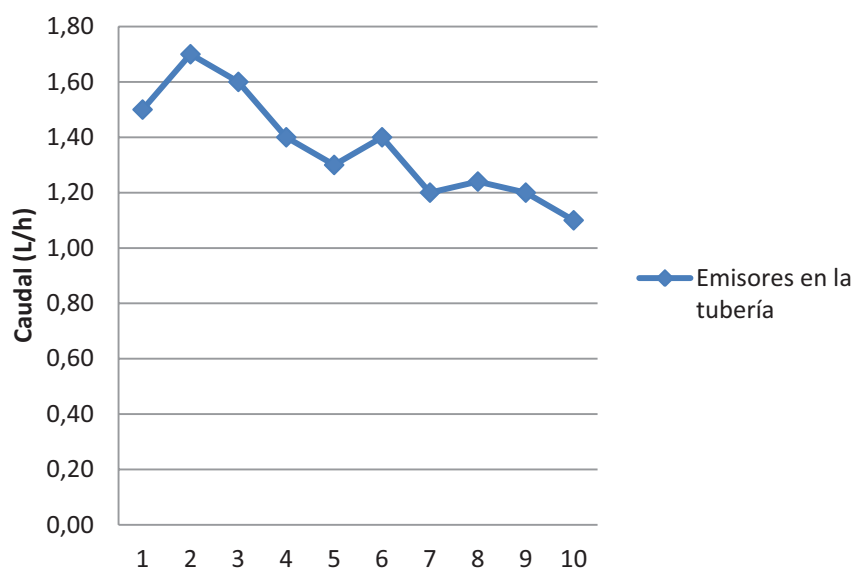


Figura 15. Variación del caudal aplicado a lo largo de la tubería de riego en los setos de la pradera

$$Q_{25} = 1,17 \text{ l/h}$$

$$Q_{100} = 1,36 \text{ l/h}$$

$$\text{CUC} = 1,17 \times 100 / 1,36 = 85,78\%$$

La uniformidad de riego en los setos es del 85,78%. Este CU no es real, ya que corresponde sólo a los goteros que no estaban obturados. Si se tuviesen en cuenta todos los goteros (obturados y no obturados) el CU sería muchísimo menor.

En la figura 15 se observa un claro descenso del caudal a medida que nos alejamos del principio de la tubería. Dado que las longitudes de tubería son cortas, el problema no debe estar relacionado con una excesiva variación de presión debida a elevadas pérdidas de carga, sino más bien a la acumulación de deposiciones de sedimentos en el interior de la tubería que reducen la sección útil de la tubería y hacen que baje la presión.

- JARDÍN 3. Sistema de riego localizado de los setos del jardín de la Galera.
Fuente de agua: Aljibe.

Se ha medido una hilera de setos de mirto de 30 cm de altura que rodean los parterres. Gotero integrado con tubería de PE negra con un diámetro nominal de 16mm. Tienen un caudal superior al resto y no se observan obturaciones.

El caudal medio descargado por los emisores es de 4,59 l/h, por lo que tomamos un caudal nominal de 4 l/h. Tabla 31.

Tabla 31. Mediciones realizadas en el jardín de la Galera

Goteros	(ml/1,5min)	ml/min	l/h
L1	130	86,67	5,20
L2	130	86,67	5,20
L3	82	54,67	3,28
L4	115	76,67	4,60
L5	80	53,33	3,20
L6	127	84,67	5,08
L7	140	93,33	5,60
Media			4,59

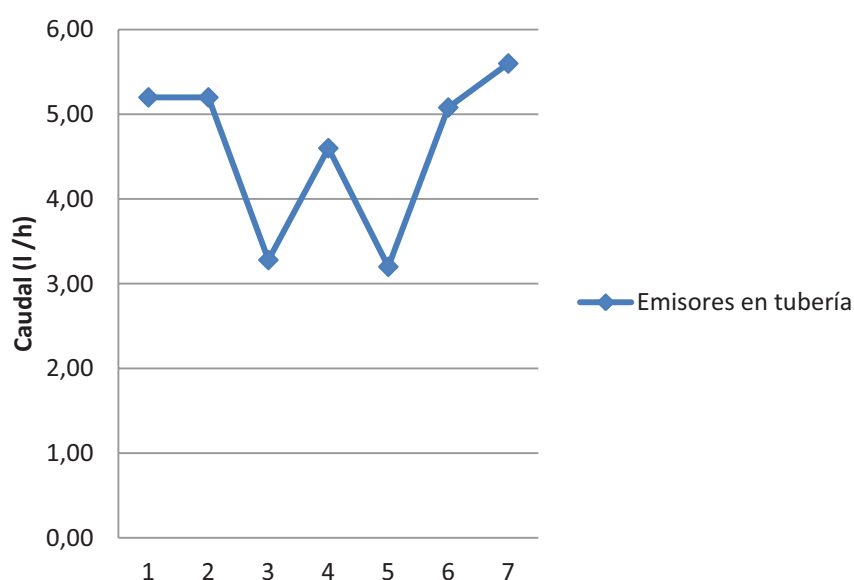


Figura 16. Variación de caudal en una hilera del jardín de Galera

$$Q_{25} = 3,24 \text{ l/h}$$

$$Q_{100} = 4,59 \text{ l/h}$$

$$\text{CUC} = 3,24 \times 100 / 4,59 = 70,59 \%$$

La uniformidad de riego en los setos es del 70,59 %. En este caso la mayoría de los goteros estaban en correcto funcionamiento así que el grado de obturación real no variaría mucho del obtenido.

- Determinación del volumen mensual de agua aplicado por jardín o zona.

Como el programa de riego localizado no varía durante los meses de riego, este cálculo puede emplearse para cualquier mes de riego. Bajo el supuesto de que todos los goteros están en buen estado (es decir, no obturados) y que en cada jardín hay un único tipo de emisor, los volúmenes de riego aplicados son los presentados en la tabla 32. Se ha tomado como referencia caudales de 1,2 , 2 y 2,2 l/h.

Tabla 32. Volumen mensual de agua aplicado mediante Riego Localizado a los distintos jardines agrupados por el pozo del que se abastecen

CALENDARIO DE RIEGO. RIEGO LOCALIZADO		Tipo de emisor	Separación entre emisores (m)	Longitud total	Numero de emisores	Caudal emisores (l/h)	horas de riego/semana	H/ mes	Volumen (m ³ /mes)
POZO DE TROYA									
PATIO DEL LEÓN		Integrado	0,4	212,26	530,66	2,2	16	64	74,72
JARDÍN DEL PRINCIPE		Integrado	0,5	146,33	292,67	2	14	56	32,78
JARDÍN DE LA GALERA		Integrado	0,4	100,07	250,17	2,2	16	64	35,22
JARDÍN DE LA DANZA	Superior	Integrado	0,33	128,47	389,29	2	21	84	65,40
	Inferior	Integrado	0,33	177,52	537,94	2	21	84	90,37
	TOTAL		0,33	305,99	927,23	2	21	84	155,77
JARDÍN DE LA CRUZ		Integrado	0,5	359,15	718,30	2	14	56	80,45
JARDÍN DE LAS DAMAS	A	Interlinea	0,33	177,14	536,77	2	14	56	60,12
	B	Interlinea	0,33	74,02	224,29	2	14	56	25,12
	C	Interlinea	0,33	149,74	453,75	2	14	56	50,82
	D	Interlinea	0,33	396,43	1201,30	2	14	56	134,55
	E	Interlinea	0,33	279,52	847,03	2	14	56	94,87
	Arriates	Integrado	0,5	231,92	463,84	2	15	60	55,66
POZO DE CARLOS V									
JARDÍN DE CARLOS V.		Integrado	0,3	606	2020,00	1,2	16	64	155,14
JARDÍN INGLÉS (PRADERA)		Integrado	0,3	617	2056,67	2	16	64	263,25
Laberinto		Integrado	0,5	1113	2226,00	2	10	40	178,08
Rosaleda pegada a Carlos V	Rosales	Integrado	0,3	179	596,67	2,2	35	140	183,77
	Setos	Integrado	0,3	103,822	346,07	2,2	35	140	106,59
POZO DE LA PARRA									
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN	A	Integrado	0,3	478,34	1594,46	1,2	3	12	22,96
	B	Integrado	0,3	255,00	850,00	1,2	3	12	12,24
	C	Integrado	0,3	331,92	1106,39	1,2	3	12	15,93
	D	Integrado	0,3	333,96	1113,20	1,2	3	12	16,03
	E	Integrado	0,3	522,98	1743,25	1,2	3	12	25,10
	M. Guardería	Integrado	0,4	1557,59	3893,98	2	3	12	93,46
	TOTAL	Integrado	0,3	3479,78	11599,28	1,333	3	12	185,54
JARDÍN DE LOS POETAS		Interlinea	0,4	317,50	793,76	2	3	12	19,05
HUERTAS	A	Integ.+Interl	0,4	385,96	964,91	2,2	35	140	297,19
	Bordes	Integ.+Interl	0,4	236,93	592,32	2,2	35	140	182,43
	B	Integ.+Interl	0,4	701,29	1753,23	2,2	35	140	539,99
	C	Integ.+Interl	0,4	1049,46	2623,65	2,2	40	160	923,52
	M. Murillo	Integ.+Interl	0,4	239,89	599,72	2,2	14	56	73,89
	TOTAL	Integ.+Interl	0,4	2613,53	6533,81	2,2	31,8	127,2	1828,42

6.3.2.3. Riego por aspersión

La mayoría de los aspersores tienen las mismas características y según se ha observado suponemos que todos funcionan de manera correcta. Son distintos los del Jardín de las Flores, Galera, Chorrón y Cafetería (difusores o aspersores más pequeños)

El cálculo del volumen de cada jardín se ha realizado mediante el conteo de aspersores, el número de horas en funcionamiento y el caudal que descargan.

En la tabla 33 podemos observar el volumen mensual de agua aplicada mediante riego por aspersión a los distintos jardines o zonas de aspersión.

En aspersión distinguimos dos calendarios de riego, uno de primavera y otro de verano, ya que el tiempo de riego aumenta durante los meses estivales. Los meses con menor aporte de agua por aspersión son abril, mayo y septiembre mientras que junio, julio y agosto tienen un tiempo de riego superior. En total, el calendario de riego lo conforman cinco meses y medio, teniendo en cuenta que se empieza a regar a mediados de abril.

Tabla 33. Características de los aspersores y difusores y volúmenes de agua aplicados calculados mediante el caudal (variable según la sectorización de los aspersores y el tipo) y el número de aspersores de cada sector riego en los distintos jardines

CALENDARIO DE RIEGO. ASPERSIÓN			Nº Sector partirre s/ sector	Nº asp/ partirre	Total asp	TOTAL	TIPO DE ASPEKSOR	Caudal (m3/h)	Horas/ semana	H/ mes	Volumen (m3/mes)	Horas/ semana	H/ mes	Volumen (m3/mes)	
POZO DE TROYA						133			PRIMAVERA			VERANO			
JARDÍN DE MARÍA PADILLA	A	2	4	8	16	Aspersor R.B	0,64	2	8	40,96	2,5	10	51,2		
	B	2	4	8			0,64	2	8	40,96	2,5	10	51,2		
JARDÍN DEL CHORRÓN	4	Variable	8	10	Difisor	0,27	2	8	17,28	2,5	10	21,6			
			2			0,53	2	8	8,48	2,5	10	10,6			
JARDÍN DE LA GALERA	4	3	8	12	Difisor	0,27	2	8	17,28	2,5	10	21,6			
			4			0,53	2	8	16,96	2,5	10	21,2			
JARDÍN DE LAS FLORES	4	6	24	24	Aspersor R.B	0,27	2	8	51,84	2,5	10	64,8			
JARDÍN DEL PRINCIPE.	4	Variable	6	6		0,64	2	8	30,72	2,5	10	38,4			
PATO DE LAS DONCELLAS	2	10	8	20	Difisor	0,13	2	8	8,32	2,5	10	10,4			
		10	12			0,27	2	8	25,92	2,5	10	32,4			
JARDÍN DE LA CRUZ	5	2	10	10	Aspersor R.B	0,64	3	12	76,8	3,5	14	89,6			
		A	1			5	5	0,64	3	12	38,4	4,5	18	57,6	
JARDÍN DE LAS DAMAS	B	1	4	4	35	Aspersor R.B	0,64	3	12	30,72	4,5	18	46,08		
	C	2	Variable	7			0,64	3	12	53,76	4,5	18	80,64		
	D	2	Variable	9			0,64	3	12	69,12	4,5	18	103,68		
	E	2	5	10			0,64	3	12	76,8	4,5	18	115,2		
POZO DE CARLOS V						163									
JARDÍN DE CARLOS V.	6	Variable	29	29	Aspersor R.B	0,64	2,5	10	185,6	3	12	222,72			
			A			8	Variable	35	0,64	1	4	89,6	2,25	9	201,6
			B			4	Variable	21	0,64	1	4	53,76	2,25	9	120,96
			C			4	Variable	50	0,64	1	4	128	2,25	9	288
JARDÍN INGLÉS (PRADERA)	D	3	Variable	13	134	Aspersor R.B	0,64	1	4	33,28	2,25	9	74,88		
	Muro	1	Variable	15			0,64	1	4	38,4	2,25	9	86,4		
POZO DE LA PARRA						134									
PUERTA MARCHENA y delantera de la cafetería	2	Variable	4	9	Aspersor Hunter	0,32	1	4	5,12	1,5	6	7,68			
			0,64			1	4	2,56	1,5	6	3,84				
			1,29			1	4	15,48	1,5	6	23,22				
			0,64			1,5	6	84,48	2,25	9	126,72				
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN	B	2	4	8	81	Aspersor R.B	0,64	1,5	6	30,72	2,25	9	46,08		
	C	4	4	16			0,64	1,5	6	61,44	2,25	9	92,16		
	D	4	Variable	17			0,64	1,5	6	65,28	2,25	9	97,92		
	E	4	Variable	18			0,64	1,5	6	69,12	2,25	9	103,68		
JARDÍN DE LOS POETAS		Variable	7	7	Aspersor R.B	0,64	1,5	6	26,88	2,25	9	40,32			
HUERTAS	A	3	Variable	4	27	Aspersor R.B	0,64	2	8	20,48	3	12	30,72		
	B	7	Variable	21			0,64	2	8	107,52	3	12	161,28		
PUERTA DE LA ALCOBA	C	4	Variable	2	4	Aspersor R.B	0,64	2	8	10,24	3	12	15,36		
	1	Variable	4	4			10,24	1,5	6	15,36					

6.3.2.4. Volumen total de agua aplicado según época del año.

El volumen total de riego aplicado en cada jardín se ha calculado a partir de la suma de los volúmenes de riego aplicados con los distintos sistemas de riego. Solo se ha distinguido entre riego de primavera (mayo y septiembre) y verano (junio, julio y

agosto) en riego por aspersión, ya que la dosis de riego es fija tanto para el riego manual con manguera como para el riego localizado.

Tabla 34. Volumen total de riego aplicado a los distintos jardines

JARDINES Y PATIOS	Volumen de riego (m ³ /mes)				Riego del jardín (m ³ /mes)	
	Manguera	Localizado	Aspersión		Primavera	Verano
			Primavera	Verano		
PATIO DEL LEÓN	12,52	74,72			87,23	87,23
PATIO DE LA MONTERÍA	9,92				9,92	9,92
PATIO DEL YESO	0,35				0,35	0,35
JARDÍN DE MARÍA PADILLA. PATIO DEL CRUCERO	18,64		81,92	102,40	100,56	121,04
JARDÍN DE LA ALCUBILLA	11,54				11,54	11,54
JARDÍN DEL CHORRÓN	3,65		25,76	32,20	29,41	35,85
PUERTA MARCHENA + delantera cafetería	40,14		23,16	34,74	63,30	74,88
MURALLA DE LA GUARDERÍA	13,79		35,52	53,28	49,31	67,07
MURALLA DE LOS JARDINES DE MURILLO	59,20				59,20	59,20
PUERTA DE LA ALCOBA	1,90		10,24	15,36	12,14	17,26
JARDÍN DE LA CRUZ	8,20	80,45	76,80	89,60	165,45	178,25
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	117,41	731,71	343,04	771,84	1192,16	1620,96
JARDÍN DE LA DANZA.	10,24	155,77			166,02	166,02
JARDÍN DE TROYA	0,50				0,50	0,50
JARDÍN DE LA GALERA	4,07	35,22	34,24	42,80	73,54	82,10
JARDÍN DE LAS FLORES	5,00		51,84	64,80	56,84	69,80
PALACIO DE CARLOS V	40,61	155,14	185,60	222,72	381,35	418,47
JARDÍN DE LAS DAMAS	74,69	421,13	268,80	403,20	764,62	899,02
JARDÍN DEL PRINCIPE.	7,74	32,78	30,72	38,40	71,23	78,91
PATIO DE LEVIES, DE R. MURUBE Y DEL ASISTENTE	1,07				1,07	1,07
HUERTAS	126,32	2017,03	138,24	207,36	2281,59	2350,71
PATIO DE LAS DONCELLAS			34,24	42,80	34,24	42,80
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN		185,73	311,04	466,56	496,77	652,29
JARDÍN DE LOS POETAS	82,14	19,05	26,88	40,32	128,07	141,51
MURALLA GRUTESCO	28,11				28,11	28,11
NUEVAS PLANTACIONES	24,87				24,87	24,87
TOTAL	709,38	3908,73	1678,04	2628,38	6296,15	7246,49
NUEVAS PLANTACIONES	24,87				24,87	24,87
TOTAL	1436,87	7817,46	3356,08	5256,76	12610,41	14511,09

6.4. Indicadores de gestión

Un indicador de gestión de riego como una medida cuantitativa de un aspecto particular del comportamiento del riego ayuda al seguimiento y valoración de la eficiencia y efectividad del riego, simplificando, por tanto, una evaluación que de otra forma resultaría compleja (Alegre, 2000).

Los indicadores de gestión, como se ha dicho anteriormente, serán una herramienta útil para optimizar los recursos hídricos. Se tratará de un proceso sistematizado para garantizar la mejora continua a través de la comparación con datos y estándares internos (con previas comparaciones y objetivos futuros) o externos (organizaciones similares o con funciones parecidas) relevantes y factibles (Pérez, 2007).

El desarrollo de este procedimiento será llevado a cabo en distintas fases bien diferenciadas: identificación, planificación, toma de datos, análisis, integración, acción y seguimiento y evaluación. Nos posibilitará el estudio de las zonas verdes regables a muy distintos niveles y podremos estudiar de forma comparativa múltiples aspectos que caracterizan un jardín como pueden ser la agrupación de especies por hidrozonas, adecuación del agua de riego a la demanda del cultivo, eficiencia en el sistema de distribución, etc. Pretendemos, calculando diversos indicadores, comparar determinados aspectos de manejo de los jardines del Alcázar consigo mismos o con otros jardines. Así, también se realizará una comparación de estos en otros escenarios (modificando el riego).

La metodología que emplearemos para la caracterización del estado actual de los jardines se dividirá en dos partes:

- Un conjunto de descriptores que intentan caracterizar el entorno y la infraestructura existente.
- Un conjunto de indicadores de comportamiento, los cuales se dividen en indicadores de uso de agua e indicadores financieros

6.4.1. Metodología para el cálculo de los descriptores

Los descriptores serán los encargados de caracterizar los aspectos que nos resultan más relevantes en el estudio del parque o jardín.

Tabla 35. Descriptores

Descriptor	Unidades
Área total del parque	ha
Área del parque que es regada	ha
Tipo de vegetación predominante en cada unidad de riego	Árboles, arbustos, cespitosas, tapizantes o plantaciones mixtas.

Estos descriptores se utilizarán para el cálculo de los indicadores de gestión.

6.4.2. Variables

A continuación detallamos la relación de variables que debemos tener en cuenta en el jardín para posteriormente calcular los indicadores.

Tabla 36. Variables de riego para el cálculo de indicadores

Variable	Unidades
Cantidad de agua desviada o bombeada para el riego	m ³
Cantidad de agua de riego que se aplica a las distintas especies del jardín	m ³
Volumen de agua reutilizada en riego	m ³
Cantidad de agua no de riego consumida en el jardín: fuentes, estanques...	m ³
Volumen de agua demandada por los cultivos (ETc)	m ³
Volumen de agua de riego requerida por los por el sistema (ETc- Pe)	m ³
Capacidad máxima para suministrar agua de la red de riego	m ³ /s
Costes derivados del mantenimiento del parque	€
Costes derivados de proporcionar los servicios de riego	€
Gasto general mantenimiento del sistema	€
Coste de la energía necesaria para el bombeo del agua	€
Coste del agua empleada para el riego	€
Coste del agua no empleada para en el riego	€
Coste del personal relacionado con el riego	€
Número de horas que el personal que la plantilla de trabajadores dedica al parque	h/mes
Número de horas que el personal que la plantilla de trabajadores dedica al riego.	h/mes

6.4.3. Definición de los Indicadores de Gestión de Riego.

Para que un indicador resulte eficaz debe responder a una definición unívoca que permita determinar exactamente cómo calcularlo. Un indicador correctamente definido permite establecer una serie de valores necesarios para su cálculo. Es necesario que dichos valores queden perfectamente especificados, si es necesario por separado, para que con independencia de la persona que los calcule, el resultado sea el mismo (Cabrera, 2001).

Las características deseables en los indicadores de gestión del riego son las siguientes:

- Que sean simples, efectivos y universales, es decir, que no lleven mucha carga de datos y que no requieran instrumentación especial para su medición. Deben permitir el análisis comparativo.
- Que sean cuantificables y que estén perfectamente definidos.
- Que sean objetivos y no estén sujetos a interpretación alguna.
- Que sean lo suficientemente significativos para poder actuar como indicativos de la gestión del sistema.
- Que cada indicador aporte una información adicional y no se solape con el resto de indicadores.
- Que describa de forma representativa el comportamiento del riego en la zona verde estudiada.

6.4.4. Indicadores del Uso del Agua.

Para el estudio de la adecuación de los aportes de agua en el jardín con las necesidades de las distintas especies se han utilizado los indicadores de Suministro Relativo de Agua (RWS, Relative Water Supply) y la Relación entre el riego y las necesidades brutas (RRN). Ambos indicadores aportan información acerca de la escasez o exceso en el suministro del agua y como se ajusta la aplicación de agua con la demanda.

Entre los problemas que nos podemos encontrar al aplicar los indicadores RWS y RRN es determinar qué aspectos vamos a utilizar para obtener las variables. En

nuestro caso utilizaremos únicamente el agua aplicada en el jardín, la precipitación efectiva y la evapotranspiración de las distintas especies de jardín. Tampoco se obtendrán los mismos resultados aplicando estos indicadores a nivel de jardín o de superficie regada.

Además de estos indicadores, que hemos adaptado a las características de un jardín, hemos definido otros que nos resultarán de utilidad para estudiar la gestión del agua.

6.4.4.1. RWS

El Suministro Relativo de Agua (RWS) muestra la relación existente entre el agua de riego que entra en el sistema (precipitación y riego) y el agua requerida (evapotranspiración y necesidades de lavado), indicando la relación entre la cantidad de agua disponible o utilizada y la cantidad de agua necesaria para el correcto desarrollo de las plantas (Levine, 1982). La principal ventaja del RWS es el uso comparativo y el análisis para distintos jardines gestionados de forma diferente. Este indicador nos dará una idea de hasta qué punto se ven satisfechas las necesidades hídricas y si se está haciendo un riego eficiente. Se determina para cada jardín a partir de la expresión:

$$RWS = \frac{R + Pe}{ETc}$$

R = Riego (m³/mes); Pe = Precipitación efectiva (m³/mes) y ETc = evapotranspiración del cultivo (m³/mes).

El valor óptimo de este indicador estará en torno a la unidad (Rao, 1993), dando a entender que las necesidades hídricas de las especies de jardín están totalmente satisfechas con el agua aportada.

Tabla 37. RWS. Datos obtenidos a partir de la ETc, la Pe y el Riego total estimado de cada jardín (suponiendo que el sistema de riego funciona correctamente).

JARDINES Y PATIOS	RWS= R + Pe / ETc				
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
CAFETERIA Y MURALLA GRUTESCO	1,55	1,21	0,92	1,05	1,57
PATIO DEL LEÓN	4,66	3,66	2,98	3,31	4,97
PATIO DE LA MONTERÍA	0,66	0,40	0,27	0,32	0,62
PATIO DEL YESO	1,11	0,67	0,45	0,54	1,05
JARDÍN DE MARÍA PADILLA. PATIO DEL CRUCERO	2,15	1,97	1,60	1,78	2,27
PATIO DE LEVIES, DE R. MURUBE Y DEL ASISTENTE	0,65	0,37	0,23	0,29	0,60
JARDÍN DEL PRINCIPE.	2,85	2,47	2,02	2,24	3,04
PATIO DE LAS DONCELLAS	5,13	4,88	3,97	4,41	5,43
JARDÍN DE LAS FLORES	7,34	7,16	5,92	6,54	7,90
JARDÍN DE LA GALERA	7,52	6,83	5,68	6,26	8,18
JARDÍN DE TROYA	0,65	0,38	0,24	0,30	0,61
JARDÍN DE LA DANZA	7,13	5,79	4,80	5,30	7,74
JARDÍN DEL CHORRÓN	4,54	4,36	3,59	3,97	4,87
JARDÍN DE LA ALCUBILLA	0,79	0,48	0,32	0,38	0,75
JARDÍN DE LAS DAMAS	4,98	4,63	3,81	4,22	5,35
JARDÍN DE CARLOS V	4,11	3,55	2,91	3,23	4,40
JARDÍN DE LA CRUZ	4,01	3,36	2,73	3,04	4,27
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	2,29	2,22	1,77	1,98	2,36
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la Guardería	1,33	1,15	0,87	0,99	1,32
HUERTAS, Muralla de Jardines de Murillo Puerta de la Alcoba	5,46	4,53	3,74	4,13	5,90
JARDÍN DE LOS POETAS	1,45	1,13	0,87	0,99	1,48

Con este indicador, calculado en los distintos patios y jardines del Alcázar observamos que hay jardines regados muy por encima de sus necesidades como el Patio de las Doncellas, el Jardín de las Flores, de la Galera, de la Danza o de las Damas. En el Patio de las Doncellas este valor se debe a que hay 10 difusores por parterre y solo 3 naranjos en cada uno de ellos. En el resto de jardines, se dan los tres tipos de riego a la semana, y es por ello por lo que su tiempo de riego puede ser excesivo. Por otra parte, el jardín de Troya o el Patio de la Montería presenta un riego deficiente.

6.4.4.2. RRS

El Suministro Relativo de Agua por Precipitación (RRS, Relative Rainfall Supply) es en realidad una simplificación del RWS en la que sólo se tiene en cuenta el

aporte de agua por precipitaciones. Se pretende conocer en qué cuantía las necesidades hídricas de las plantas son cubiertas de forma natural.

Cuando durante un periodo coincide con el RWS significa que no se ha regado durante dicho espacio de tiempo. Para su cálculo utilizamos la fórmula (Pérez et al., 2006).

$$RRS = \frac{Pe}{ETc}$$

Nos indica la proporción, en tanto por uno, de las necesidades de las especies que son cubiertas con el agua de lluvia. Si el RRS es cercano a 1 indica que las necesidades hídricas son cubiertas con las precipitaciones.

Tabla 38. RRS. Precipitación efectiva entre la Evapotranspiración en m³/mes en los meses de riego.

JARDINES Y PATIOS	RRS= Pe/ETc				
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
CAFETERIA Y MURALLA GRUTESCO	0,434	0,140	0,018	0,060	0,330
PATIO DEL LEÓN	0,507	0,163	0,021	0,070	0,385
PATIO DE LA MONTERÍA	0,303	0,098	0,013	0,042	0,230
PATIO DEL YESO	0,509	0,164	0,021	0,070	0,386
JARDÍN DE MARÍA PADILLA. PATIO DEL CRUCERO	0,293	0,094	0,012	0,040	0,222
PATIO DE LEVIES, DE R. MURUBE Y DEL ASISTENTE	0,346	0,111	0,015	0,048	0,263
JARDÍN DEL PRINCIPE.	0,311	0,100	0,013	0,043	0,236
PATIO DE LAS DONCELLAS	0,712	0,230	0,030	0,098	0,541
JARDÍN DE LAS FLORES	0,608	0,196	0,025	0,084	0,461
JARDÍN DE LA GALERA	0,405	0,130	0,017	0,056	0,307
JARDÍN DE TROYA	0,330	0,106	0,014	0,045	0,250
JARDÍN DE LA DANZA	0,425	0,137	0,018	0,059	0,322
JARDÍN DEL CHORRÓN	0,434	0,140	0,018	0,060	0,330
JARDÍN DE LA ALCUBILLA	0,363	0,117	0,015	0,050	0,276
JARDÍN DE LAS DAMAS	0,454	0,146	0,019	0,063	0,344
JARDÍN DE CARLOS V	0,405	0,130	0,017	0,056	0,307
JARDÍN DE LA CRUZ	0,481	0,155	0,020	0,066	0,365
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	0,488	0,157	0,020	0,067	0,370
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la Guardería	0,415	0,134	0,017	0,057	0,315
HUERTAS, Muralla de Jardines de Murillo Puerta de la Alcoba	0,397	0,128	0,017	0,055	0,301
JARDÍN DE LOS POETAS	0,358	0,115	0,015	0,049	0,272

Se observa que la precipitación durante los meses de riego no es suficiente para satisfacer las necesidades de cada jardín. Sí se observa que en los meses de mayo y septiembre, las necesidades son menores y que en algunos casos satisfacen más del 50% del riego del jardín (p.e. Patio de Doncellas).

6.4.4.3. Relación entre el riego y las necesidades brutas (RRN)

La relación entre el riego aplicado (R) y las necesidades brutas (Nb) comparará el riego realizado en los jardines según la estimación calculada con lo que realmente debería regarse en función a las necesidades brutas de cada jardín. Los valores de este indicador también deberían estar en torno a la unidad, para que no hubiese un exceso de riego. Se determina como:

$$RRN = \frac{R}{Nb}$$

Tabla 39. RRN. Relación entre el riego aplicado y las necesidades brutas

JARDINES Y PATIOS	RRN=R/Nb				
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
CAFETERIA Y MURALLA GRUTESCO	1,84	0,94	0,77	0,89	1,85
PATIO DEL LEÓN	4,35	2,22	1,62	1,86	3,87
PATIO DE LA MONTERÍA	0,31	0,20	0,15	0,17	0,30
PATIO DEL YESO	0,73	0,36	0,26	0,30	0,64
JARDÍN DE MARÍA PADILLA. PATIO DEL CRUCERO	1,97	1,29	1,21	1,36	2,37
PATIO DE LEVIES, DE R. MURUBE Y DEL ASISTENTE	0,28	0,17	0,13	0,15	0,27
JARDÍN DEL PRINCIPE.	2,95	1,90	1,63	1,84	3,24
PATIO DE LAS DONCELLAS	7,28	2,29	1,92	2,27	6,19
JARDÍN DE LAS FLORES	13,09	5,26	4,49	5,24	12,62
JARDÍN DE LA GALERA	12,27	6,36	5,18	5,95	12,28
JARDÍN DE TROYA	0,29	0,18	0,14	0,16	0,28
JARDÍN DE LA DANZA.	9,69	5,49	4,09	4,67	9,07
JARDÍN DEL CHORRÓN	5,42	3,01	2,72	3,11	6,12
JARDÍN DE LA ALCUBILLA	0,40	0,24	0,19	0,21	0,39
JARDÍN DE LAS DAMAS	6,70	3,60	3,11	3,57	7,19
JARDÍN DE CARLOS V	7,13	3,59	2,86	3,29	6,92
JARDÍN DE LA CRUZ	5,44	2,82	2,21	2,54	5,25
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	2,87	1,44	1,42	1,64	3,45
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la Guardería	1,59	0,93	0,92	1,04	1,99
HUERTAS, Muralla de Jardines de Murillo Puerta de la Alcoba	7,07	4,12	3,19	3,63	6,92
JARDÍN DE LOS POETAS	1,27	0,78	0,65	0,74	1,36

Según esta comparación, se observa de nuevo que hay algunos de los jardines regados muy por encima de sus necesidades y otros de ellos por debajo. Esto ocurre sobre todo en el mes de mayo y de septiembre, lo que quiere decir que en estos meses las precipitaciones son aún abundantes para un riego con estas características.

Hay que tener en cuenta, al igual que en los anteriores indicadores, que los datos de riego utilizados son estimados a partir de los caudales nominales de los emisores de riego y que el valor real del indicador estará condicionado por la tasa real de aplicación de agua de los mismos (especialmente relevante en riego localizado por el alto grado de obturación de emisores observado en algunos jardines).

6.4.4.4. Relación Entre Superficies

La relación entre superficies (RSU) tiene por objetivo proporcionar en tanto por uno la superficie del parque ocupada por las especies vegetales que son regadas con respecto a la superficie total del parque.

$$RSU = \frac{\text{Superficie regada}}{\text{Superficie total}}$$

Tabla 40. RSU. La diferencia de superficie regada entre los jardines y patios, como el patio del yeso y el jardín de la Alcubilla.

JARDINES Y PATIOS	Superficie total (m ² /jardín)	Superficie regada (m ² /jardín)	RSU
CAFETERIA Y MURALLA GRUTESCO	3627,26	1341,19	0,37
PATIO DEL LEÓN	948,985	418,16	0,44
PATIO DE LA MONTERÍA	1632,546	331,38	0,20
PATIO DEL YESO	215,226	11,70	0,05
JARDÍN DE MARÍA PADILLA. PATIO DEL CRUCERO	1387,599	622,78	0,45
PATIO DE LEVIES, DE R. MURUBE Y DEL ASISTENTE	455,528	47,20	0,10
JARDÍN DEL PRINCIPE.	648,592	342,62	0,53
PATIO DE LAS DONCELLAS	600,809	216,50	0,36
JARDÍN DE LAS FLORES	531,997	201,28	0,38
JARDÍN DE LA GALERA	361,481	163,99	0,45
JARDÍN DE TROYA	284,007	20,20	0,07
JARDÍN DE LA DANZA	817,23	412,27	0,50
JARDÍN DEL CHORRÓN	249,231	122,07	0,49
JARDÍN DE LA ALCUBILLA	496,579	385,60	0,78
JARDÍN DE LAS DAMAS	4224,597	3006,20	0,71
JARDÍN DE CARLOS V	4187,494	1634,78	0,39
JARDÍN DE LA CRUZ	2180,55	883,66	0,41
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	18504,153	12659,08	0,68
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la Guardería	15863,615	9293,04	0,59
HUERTAS, Muralla de Jardines de Murillo Puerta de la Alcoba	10902,642	7236,19	0,66
JARDÍN DE LOS POETAS	3997,169	1651,70	0,41

Las diferencias en RSU se deben a la mayor o menor superficie del jardín destinada a caminos o superficie enlosada, fuentes, estanques, etc.

6.4.4.5. Suministro de agua de riego por unidad de área regada (m^3/m^2)

El suministro de agua de riego por unidad de área regada (SRR) calcula el agua de riego aplicada por superficie. Será de poco valor comparativo entre parques que sean muy distintos vegetativamente o si los utilizamos dentro de un mismo parque muy heterogéneo. Por lo tanto, podrá ser utilizado para comparar la gestión de parques con similares especies o, dentro de un mismo parque, si los sectores de riego son homogéneos.

$$SRR(m^3 / m^2) = \frac{\text{Volumen de agua de riego}}{\text{Superficie de riego}}$$

Tabla 41. SRR. Suministro de agua de riego por unidad de área regada

JARDINES Y PATIOS	Superficie regada (m ² / mes)	Volumen de riego aplicado (m ³ / mes)		SRR	
		Primavera	Verano	Primavera	Verano
CAFETERIA Y MURALLA GRUTESCO	1341,19	88,17	99,75	0,07	0,07
PATIO DEL LEÓN	418,16	87,23	87,23	0,21	0,21
PATIO DE LA MONTERÍA	331,38	9,92	9,92	0,03	0,03
PATIO DEL YESO	11,70	0,35	0,35	0,03	0,03
JARDÍN DE MARÍA PADILLA. PATIO DEL CRUCERO	622,78	100,56	121,04	0,16	0,19
PATIO DE LEVIES, DE R. MURUBE Y DEL ASISTENTE	47,20	1,07	1,07	0,02	0,02
JARDÍN DEL PRINCIPE.	342,62	71,23	78,91	0,21	0,23
PATIO DE LAS DONCELLAS	216,50	34,24	42,80	0,16	0,20
JARDÍN DE LAS FLORES	201,28	56,84	69,80	0,28	0,35
JARDÍN DE LA GALERA	163,99	73,54	82,10	0,45	0,50
JARDÍN DE TROYA	20,20	0,50	0,50	0,02	0,02
JARDÍN DE LA DANZA	412,27	166,02	166,02	0,40	0,40
JARDÍN DEL CHORRÓN	122,07	29,41	35,85	0,24	0,29
JARDÍN DE LA ALCUBILLA	385,60	11,54	11,54	0,03	0,03
JARDÍN DE LAS DAMAS	3006,20	764,62	899,02	0,25	0,30
JARDÍN DE CARLOS V	1634,78	381,35	418,47	0,23	0,26
JARDÍN DE LA CRUZ	883,66	165,45	178,25	0,19	0,20
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	12659,08	1192,16	1620,96	0,09	0,13
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la Guardería	9293,04	546,08	719,36	0,06	0,08
HUERTAS, Muralla de Jardines de Murillo Puerta de la Alcoba	7236,19	2352,93	2427,17	0,33	0,34
JARDÍN DE LOS POETAS	1651,70	128,07	141,51	0,08	0,09
TOTAL	41001,59	6261,28	7211,62	0,15	0,18

El Jardín de la Galera es el que mayor volumen de agua presenta frente a la superficie regada. Cuanto menor es la diferencia entre volumen y superficie regada, mayor será el SRR.

6.4.5. Indicadores Financieros.

Los costes del mantenimiento de un parque deben ser estudiados y disgregados para una buena gestión. Estudiaremos los datos totales correspondientes al periodo de riego únicamente.

6.4.5.1. Coste del manejo del sistema de riego por unidad de superficie regada.

El Indicador del Coste del manejo del sistema de riego por unidad de superficie (CRUS) relaciona los costes que supone el riego por unidad de superficie que se riega en el parque. Dentro de los costes del manejo del riego incluimos: el coste del agua, coste del personal que realiza funciones relacionadas con el riego, coste de mantenimiento y el coste electricidad.

$$CRUS (\text{euros}/m^2) = \frac{\text{Costes manejo sistema de riego}}{\text{Superficie regada}}$$

6.4.5.2. Coste del manejo del sistema de riego por volumen de agua aplicada.

El Indicador del Coste del manejo del sistema de riego por volumen de agua aplicada (CRVA) relaciona los costes que supone el riego por unidad de volumen de agua que se aplica.

$$CRVA (\text{euros}/m^3) = \frac{\text{Costes de manejo del sistema de riego}}{\text{Volumen de agua aplicada}}$$

6.4.5.3. Coste energético por unidad de superficie

El Indicador de Coste energético por unidad de superficie (CEUS) relaciona los costes energéticos que ocasiona el riego por unidad de área regada.

$$CECT = \frac{\text{Costes energético}}{\text{Coste manejo del sistema de riego}}$$

6.4.5.4. Coste electricidad respecto los costes manejo del sistema de riego

El indicador de coste energético respecto a los costes de manejo del sistema de riego (CECT) da en tanto por uno el porcentaje que representa la electricidad dentro del coste total de manejo del sistema de riego.

$$CECT = \frac{\text{Costes energético}}{\text{Coste manejo del sistema de riego}}$$

6.4.5.5. Coste personal respecto los costes manejo del sistema de riego

El indicador de coste de personal respecto a los costes de manejo del sistema de riego (CPCT) proporciona en tanto por uno el porcentaje que representa el gasto de personal encargado de las funciones relacionadas con el riego respecto el coste total de manejo del sistema de riego.

$$CPCT = \frac{\text{Coste personal}}{\text{Coste manejo del sistema de riego}}$$

6.4.5.6. Relación horas riego y horas totales.

El indicador relación de horas riego y horas totales (HR) relaciona en tanto por uno el porcentaje de horas del sumatorio de las jornada laboral de todos los empleados en el parque que son destinadas al riego.

$$HR = \frac{\text{Nº horas funciones riego}}{\text{Nº de horas totales}}$$

6.4.5.7. Empleados por unidad de área

El indicador empleado por unidad de área (PS) relaciona el número de empleados de un parque por la superficie del mismo.

$$PS = \frac{\text{Nº de personas que trabajan en el parque}}{\text{Superficie regada del parque}}$$

6.4.5.8. Resultados financieros

Tabla 42. Resultados de los Indicadores financieros.

Costes (€/año)									
Electricidad	Personal		CRUS (€/m²)	CRVA (€/m³)	CEUS (€/m²)	CECT	CPCT	HR	PS
	Total	Riego							
6366,23	163599,84	18538,95	0,63	0,58	0,16	0,26	0,74	0,13	5,52

Los indicadores financieros se han calculado utilizando datos totales correspondientes a todo el periodo de riego. Estos indicadores servirán para comparar los costes con respecto a otros parques y jardines. En este caso, su cálculo proporciona poca información desde el punto de vista que no pueden ser comparados con indicadores obtenidos en otras zonas de estudio. Como aspectos destacables, se resalta el 13 % de horas totales de trabajo destinadas al riego de los jardines y el número de personas por hectárea regada (5,52). El coste de regar un metro cuadrado durante el periodo de riego es de 0,62€ y el de aplicar un metro cúbico de agua es de 0,58€. De los costes totales que supone el riego el 26% corresponden a gastos de electricidad y porcentaje restante a gastos de personal.

6.4.6. Discusión de resultados

Para analizar el RWS, dada la cantidad de datos obtenidos, se van a clasificar los datos obtenidos en 6 categorías, para lo que utilizaremos la clasificación propuesta por Pérez Urrestarazu (2005).

Tabla 43. Interpretación de RSW

VALOR RWS	CATEGORÍA	TIPO RIEGO
<0,8	1	Muy deficitario
0,8-0,9	2	Deficitario
0,9-1,2	3	Adecuado
1,2-2,8	4	En exceso
1,8-2,5	5	Muy en exceso
>2,5	6	Extremo

La tabla 43 recoge los valores de RSW calculados. Se observa que se realiza un mayor riego (extremo) en el Patio de Doncellas, jardín de las Flores y de la Galera entre otros, mientras el patio de la Alcubilla, de la Montería y de Levies, Romero Murube y el Asistente, tiene un riego muy deficitario y el riego realizado es insuficiente. Estos valores tienen implicaciones negativas tanto sobre los costes de operación, como sobre el uso de los recursos naturales disponibles.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de determinación de CU en las zonas con riego localizado, en los que se ha observado un nivel alto de obturación de emisores en algunas unidades de riego, se van a plantear tres escenarios adicionales al ya calculado para la determinación de los indicadores RWS y RRN: caudal de los goteros descargando (a) el 25%, (b) el 50% y (c) el 75% de su caudal nominal frente al 100% que hemos supuesto en los cálculos presentados anteriormente.

6.4.7. RWS bajo distintos escenarios

Se compararán solo los jardines que presentan riego localizado, ya que éstos son los que presentan problemas de obturación. Los mayores valores de RWS se dan en el patio de Doncellas y en el jardín de las Flores. Estos jardines no presentan riego

localizado pero si un mayor número de difusores por parterre que hacen que el riego sea muy elevado con respecto a las necesidades hídricas del jardín.

El cálculo de los indicadores RWS y RRN para los diferentes escenarios planteados se ha efectuado para un mes de mayor necesidades hídricas (agosto) y otro mes con menores necesidades hídricas (septiembre). Los resultados obtenidos para el RWS se muestran en las tablas 44 y 45.

Tabla 44. RWS para el mes de agosto con el riego localizado reducido al 25%, 50% y 75%.

JARDINES Y PATIOS	RWS=R+Pe/ ETc (Agosto)			
	25%	50%	75%	100%
PATIO DEL LEÓN	1,23	1,92	2,62	3,31
JARDÍN DEL PRINCIPE.	1,56	1,78	2,01	2,24
JARDÍN DE LA GALERA	4,27	4,93	5,60	6,26
JARDÍN DE LA DANZA	1,61	2,84	4,07	5,30
JARDÍN DE LAS DAMAS	2,85	3,43	4,01	4,22
JARDÍN DE CARLOS V	2,35	2,64	2,94	3,23
JARDÍN DE LA CRUZ	2,03	2,37	2,70	3,04
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	1,33	1,55	1,77	1,98
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la Guardería	0,81	0,87	0,93	0,99
HUERTAS, Muralla de Jardines de Murillo Puerta de la Alcoba	1,51	2,28	3,05	4,13
JARDÍN DE LOS POETAS	0,89	0,93	0,96	0,99

Tabla 45. RWS para el mes de septiembre con el riego localizado reducido al 25%, 50% y 75%.

JARDINES Y PATIOS	RWS=R+Pe/ ETc (Septiembre)			
	25%	50%	75%	100%
PATIO DEL LEÓN	2,03	3,01	3,99	4,97
JARDÍN DEL PRINCIPE.	2,07	2,40	2,72	3,04
JARDÍN DE LA GALERA	5,35	6,29	7,23	8,18
JARDÍN DE LA DANZA	2,52	4,26	6,00	7,74
JARDÍN DE LAS DAMAS	3,41	4,23	5,06	5,35
JARDÍN DE CARLOS V	3,15	3,57	3,98	4,40
JARDÍN DE LA CRUZ	2,84	3,32	3,79	4,27
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	1,45	1,75	2,06	2,36
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la Guardería	1,07	1,15	1,24	1,32
HUERTAS, Muralla de Jardines de Murillo Puerta de la Alcoba	2,19	3,28	4,36	5,90
JARDÍN DE LOS POETAS	1,34	1,39	1,43	1,48

En ambas tablas, se observa un descenso generalizado en el riego al reducir el porcentaje de caudal descargado por los goteros. Este descenso es mayor en unos jardines que en otros en función de la mayor o menor proporción de superficie regada con este sistema. Los valores obtenidos para el mes de septiembre son superiores a los de agosto, posiblemente debido a que la reducción en las necesidades hídricas del jardín junto con el incremento de la precipitación en el mes de septiembre no han sido adecuadamente tenidos en cuenta la programación del riego de este mes.

6.4.8. RRN bajo distintos escenarios

El RRN es la relación entre el riego y las necesidades brutas estimadas. Como en el caso anterior, la comparación se ha realizado para los jardines con riego localizado en los meses de agosto y septiembre.

Tabla 46. RRN para el mes de agosto con el riego localizado reducido al 25%, 50% y 75%.

JARDINES Y PATIOS	RRN=R/ Nb (Agosto)			
	25%	50%	75%	100%
PATIO DEL LEÓN	0,67	1,06	1,46	1,86
JARDÍN DEL PRINCIPE.	1,26	1,45	1,65	1,84
JARDÍN DE LA GALERA	4,04	4,68	5,32	5,95
JARDÍN DE LA DANZA.	1,38	2,48	3,57	4,67
JARDÍN DE LAS DAMAS	2,40	2,89	3,39	3,57
PALACIO DE CARLOS V	2,37	2,68	2,98	3,29
JARDÍN DE LA CRUZ	1,68	1,97	2,26	2,54
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	1,08	1,27	1,45	1,64
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la Guardería	0,84	0,91	0,98	1,04
HUERTAS, Muralla de Jardines de Murillo Puerta de la Alcoba	1,30	1,98	2,66	3,63
JARDÍN DE LOS POETAS	0,67	0,69	0,72	0,74

Tabla 47. RRN para el mes de septiembre con el riego localizado reducido al 25%, 50% y 75%.

JARDINES Y PATIOS	RRN=R/ Nb (Septiembre)			
	25%	50%	75%	100%
PATIO DEL LEÓN	1,38	2,21	3,04	3,87
JARDÍN DEL PRINCIPE.	2,23	2,57	2,91	3,24
JARDÍN DE LA GALERA	8,33	9,65	10,97	12,28
JARDÍN DE LA DANZA.	2,69	4,81	6,94	9,07
JARDÍN DE LAS DAMAS	4,83	5,83	6,83	7,19
PALACIO DE CARLOS V	4,99	5,63	6,27	6,92
JARDÍN DE LA CRUZ	3,47	4,07	4,66	5,25
JARDÍN INGLÉS (PRADERA) y Laberinto	2,28	2,67	3,06	3,45
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN y Muralla de la Guardería	1,60	1,73	1,86	1,99
HUERTAS, Muralla de Jardines de Murillo Puerta de la Alcoba	2,47	3,77	5,08	6,92
JARDÍN DE LOS POETAS	1,23	1,27	1,32	1,36

Al igual que con RWS, se percibe un descenso en el riego. Sin embargo, los descensos generados en los distintos supuestos de funcionamiento de los emisores no son suficientes para que las dosis y las necesidades de riego se equiparen en la gran mayoría de jardines. Los valores de septiembre son superiores a los de agosto, incidiendo en la necesidad de ajustar mejor los programas de riego a las variaciones tanto de necesidades hídricas como de precipitación.

7. PROPUESTA DE MEJORAS Y CONCLUSIONES

De acuerdo con la caracterización realizada de la gestión y manejo del riego y con los resultados obtenidos en el análisis de indicadores (Capítulos 5 y 6), se proponen una serie de actuaciones que permitirían corregir algunos de los aspectos, tanto del sistema de riego como de la propia gestión del mismo, que se han identificado como potencialmente mejorables. La propuesta de actuaciones se ha dividido a su vez en tres grupos en función del grado de dificultad e inversión económica para su implementación.

7.1. Actuaciones fácilmente implementables

- Muchos de los jardines están regados muy por encima de sus necesidades hídricas mientras que otros presentan situaciones deficitarias. Para corregir este desfase entre necesidades y aportes de agua, se propone establecer una metodología de programación del riego que atienda más a las variaciones climáticas semanales y a las características propias de cada jardín (siguiendo la metodología utilizada en el presente trabajo). A modo de ejemplo, el riego por goteo de las rosaledas en las Huertas podría ajustarse mucho mejor a las necesidades reales de las plantas reduciendo el número de horas de riego a la semana.

- Algunos jardines como la pradera, las Huertas, el jardín de la Galera, el de Carlos V o el de las Damas, se riegan por aspersión, con riego localizado y con manguera. Se ha observado en algunos jardines que existen zonas que reciben agua de dos o incluso de los tres sistemas de riego, por lo que se propone optimizar el número de sistemas de riego por jardín, evitando de esta forma el sobre-riego de ciertas áreas y la consecuente pérdida de eficiencia del sistema. Este es el caso de jardines como el de las Damas, el de la Vega-Inclán y la pradera, donde el riego por aspersión abastece también a los setos regados con riego localizado.

- Convendría realizar análisis de suelo y de agua con relativa frecuencia. El coste de este tipo de análisis es reducido y permitiría conocer información relevante (nivel salino de agua y suelo, propiedades hidráulicas del suelo, etc.) para la adecuada gestión del riego.

- Selección de especies adaptadas al clima. Según podemos comprobar en la tabla del Anejo 4, un gran número de especies del Alcázar son especies adaptadas a la xerojardinería. La idea principal en este tipo de jardinería es promover un uso racional del agua de riego a través de una adecuada selección de especies, especialmente en climas como el Mediterráneo o subdesérticos, con limitación de recursos hídricos. Se propone por tanto que, en aquellas zonas que así lo permitan (p.e. zonas con especies arbustivas y tapizantes), sustituir progresivamente especies con altas necesidades hídricas por otras con menos necesidades.

- Adecuar las horas de riego a los períodos del día más ventajosos desde el punto de vista climatológico. Aunque el calendario de riego del Alcázar se realiza entre abril y septiembre, hay que tener en cuenta las horas del día en las que el riego es más adecuado. Una posibilidad durante el verano sería adelantar el período de riego unas horas (de 6h a 10h, por ejemplo), y/o regar en las últimas horas de la tarde, cuando la demanda evaporativa ha bajado. Esto permitiría reducir las pérdidas de agua por evaporación, especialmente importantes en riego por aspersión.

7.2. Actuaciones con un nivel bajo de inversión

- Automatización del riego. Permitiría realizar de forma automática diversas operaciones (fertirrigación, limpieza de filtros, etc.) además del riego propiamente dicho. Esto daría lugar a un mayor control de los programas de riego, facilidad de manejo de las instalaciones y a un mayor aprovechamiento de los recursos humanos que actualmente se dedican parcial o totalmente a realizar tareas que podrían estar automatizadas. En definitiva, tareas que actualmente no se realizan o se realizan con poca frecuencia (p.e. revisión de instalación hidráulica para detección y registro de averías, evaluación de los sistemas de riego localizado y por aspersión, etc.) podrían

pasar a realizarse de forma rutinaria. La instalación de un equipo de fertirriego también permitiría mejorar tanto la calidad del agua para reducir el riesgo de precipitaciones químicas como el estado de las plantas, al poder suministrar nutrientes a éstas. No obstante, la automatización del riego tiene sus ventajas e inconvenientes que deben ser oportunamente valoradas:

Tabla 48. Ventajas e inconvenientes del Riego Automático

Riego Automatizado	
VENTAJAS	INCONVENIENTES
Mayor control y mejor ajuste de dosis de riego	Incremento de coste de la instalación, poco rentable en ocasiones
Mayor eficiencia, mayor ahorro de agua	Formación adecuada de usuarios para un correcto funcionamiento
Reduce mano de obra y evita errores humanos	Coste adicional de consumo eléctrico
Permite programación de otras operaciones	
Programar riegos en horas de costes más baratos	
Programar riegos en horas de menos interferencia con el uso del jardín	
Facilita el control de anomalías	
Control de parámetros relacionados con la calidad química del agua	

- Instalación de dispositivos de control (p.e. contadores, caudalímetros o manómetros) que permitan verificar el adecuado funcionamiento del sistema o, en su defecto, la existencia de fugas o comportamientos anómalos de forma temprana. Al carecerse en los jardines de contadores, caudalímetros y manómetros se ha tenido que realizar una estimación del volumen de riego sin tener en cuenta las variaciones de presión y las pérdidas de cargas producidas en las tuberías. Al instalar al menos contadores volumétricos se llevaría un mínimo control de lo que se consume en cada jardín. La existencia de estos elementos de medida son un punto a favor para detectar fugas y malos funcionamientos de forma temprana.

- La instalación de un sistema de filtrado del agua permitiría filtrar el agua que se toma directamente de los estanques y así evitar deposiciones y obstrucciones tanto en las conducciones como en los emisores de riego.

7.3. Actuaciones complejas

- Establecimiento de un sistema de recirculación del agua en las fuentes ornamentales. Actualmente, excepto algunas del jardín de la Vega- Inclán, las fuentes generan grandes pérdidas de agua por la ausencia de un sistema de recirculación del agua. La instalación de un sistema que permita el almacenamiento y bombeo de agua para las fuentes evitaría estas pérdidas continuas de agua.

- Diseño de jardines agrupando especies en función a sus necesidades hídricas. El establecimiento de hidrozonas permitiría una mejor organización del riego y una mayor eficiencia de aplicación del agua. La mezcla de especies con necesidades hídricas diferentes en una misma zona, hace necesaria la aplicación de cantidades de agua por encima de las necesidades de algunas de dichas especies, lo que además de ocasionarles problemas fisiológicos, supondrá un consumo de agua superior al realmente necesario. Para ello, se establecen áreas de requerimientos similares o hidrozonas, sin que por ello se olviden otros aspectos tan importantes como la estética, funcionalidad y uso, o el estilo paisajístico que se desee dar. Se podrían diseñar hidrozonas para alto consumo de agua, para medio consumo de agua y para bajo consumo de agua con especies con requerimientos hídricos similares en cada caso.

- Adecuación de la infraestructura hidráulica para el riego con aguas residuales regeneradas. La reutilización de las aguas residuales urbanas, convenientemente tratadas para el riego, es una alternativa importante que permite la realización de un aprovechamiento eficaz de estas aguas.

7.4. Conclusiones

En este trabajo se ha llevado a cabo una caracterización de las infraestructuras para riego, estudiando la distribución de agua según los pozos, el funcionamiento del aljibe, la localización de tuberías, los tipos de riego en cada jardín, etc. Por otro lado, se ha realizado un exhaustivo análisis de la gestión del riego actual de los jardines de los Reales Alcázares. Esto ha permitido conocer cómo se realiza el riego en términos de organización, adecuación del uso del agua y funcionamiento de las infraestructuras, con el objetivo de optimizar el uso de los recursos, para lo cual se han propuesto distintas acciones de mejora.

Con el análisis de la gestión del riego se busca facilitar el manejo realizado en el Alcázar, según su metodología. La estimación del volumen aplicado nos da una idea del riego realizado en los jardines. Al calcular los indicadores RWS y RRN en los distintos jardines del Alcázar hemos visto que la dosis de riego de la mayoría de ellos no se adecua a las necesidades hídricas que requieren. Esto es fruto de la improvisación, ya que no se establece un calendario de riego en función a las necesidades de las plantas, sino más bien se intenta adaptar a las de los operarios. El hecho de que el riego no esté automatizado contribuye a que ni las dosis ni los tiempos de riego sean los adecuados.

Cuando el agua de riego proviene de pozo hay una extendida y falsa creencia de que es gratuita. Además de que estamos agotando un recurso natural, no hay que olvidar los costes eléctricos y de personal originados.

Para conseguir que la información que nos proporcionan los indicadores sea fructífera los responsables de la gestión y mantenimiento de los jardines deben creer en el método y ahí los indicadores financieros juegan un importante papel. Además las mejoras conseguidas deben ser percibidas por los ciudadanos. No se pueden iniciar acciones de mejora sin saber cuáles son las debilidades y fortalezas en la gestión del jardín.

BIBLIOGRAFÍA

- Ávila Alabarces, R [y col.] 2006. *Manual de riego de jardines*. [Sevilla]: Consejería de Agricultura y Pesca, D.L.
- Baena Sánchez, M. R. 2003. *Los jardines del Alcázar de Sevilla entre los siglos XVIII y XX*. [Sevilla]: Diputación, Área de Cultura y Deportes, Servicio de Archivo y Publicaciones.
- Bonells, J. E. 2003. *Plantas y jardines de Sevilla*. Sevilla: Ayuntamiento, Área de Obras Públicas Parques y Jardines, D.L.
- Bueno Manso, F. 2000. *Jardines y parques de Sevilla*. Sevilla: Editorial Andaluza de Periódicos Independientes, D.L.
- Cabeza Méndez, J.M. 2009. *Real Alcázar de Sevilla 1990-2008*. Sevilla.
- Castro Fuertes, J. 1999. *Estudios planimétricos, diagnóstico, patología y mantenimiento de las Fuentes de los Jardines del Alcázar*. Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, Restitución gráfica y patologías de las Murallas califales.
- Fernández Chaves, M. 2011. *Los Caños de Carmona y el abastecimiento de agua en la Sevilla moderna*. [Sevilla]: Emasesa Metropolitana, D.L.
- Lafita, T. 1998. *Sevilla turística y monumental: fuentes y monumentos públicos* /textos, Madrid: Prensa Española, Fascículos publicados en el periódico ABC de Sevilla, D.L.
- Pérez, L. 2007. *Aplicación de los indicadores para el análisis de las acciones de mejora en las acciones de mejora en zonas regables y para el desarrollo de un modelo de gestión integral del riego*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Romero Zarco, P. 2004. *Guía botánica de los jardines del Real Alcázar de Sevilla*. 2ª ed. Sevilla: Ayuntamiento, Delegación de Educación y Universidades.
- Roldan Olmo, F. 2013. *Análisis de la gestión de los recursos hídricos en los espacios verdes de la ciudad de Sevilla*. Universidad de Sevilla.

Agencia Estatal de Meteorología. [en línea]. Datos climáticos. Disponible en:

<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=5783&k=and>

Becerra, P. Reales Alcázares de Sevilla -VII. Los jardines viejos. [en línea], 2011.

Disponible en: <http://leyendasdesevilla.blogspot.com.es/2011/05/reales-alcazares-de-sevilla-vii.html>

ide. Sevilla. [en línea], 2012. Disponible en:

http://sig.urbanismosevilla.org/GIE_EXP/WebPlano_Sit.aspx?Ref_Cat=5318002TG3451G&Tipo_Escala=4&Title=&Subject=&Extension

Jardín Mediterráneo. Arte y Jardinería Diseño de Jardines. Estilo de Jardín Mediterráneo en Diseño de Jardines. [en línea]. Enciclopedia del Jardín, Editorial: Blume, 2011. Disponible en:

<http://www.arteyjardineria.com/2011/11/estilo-de-jardin-mediterraneo.html>

Real Alcázar. [en línea], 2012. Disponible en: <http://www.alcazarsevilla.org/website/>

Wikipedia: the free encyclopedia [Wiki en Internet]. 2001. Disponible en:

<http://en.wikipedia.org/>

Planos. Almagro. A. *Planimetría del Alcázar de Sevilla*. 2000. Escuela de Estudios Árabes. C.S.I.C Planos proporcionados por el Alcázar. Modificados por el Autor

Ilustraciones: el Autor.

ANEJOS

ANEJO 1. Protocolo toma de datos

Nombre del Jardín:

Empresa encargada de la gestión:

DIMENSIONES Y ORDENACIÓN DE LA SUPERFICIE

SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE REGADA	SUPERFICIE ARBÓREA	SUPERFICIE ARBUSTOS	SUPERFICIE HERBÁCEOS	SUPERFICIE CESPITOSAS

- Inventario de especies y localización (planos, SIG, etc.) de especies.
- Archivo Histórico
- Criterios utilizados para:
 - selección de especies.
 - agrupación de especies.

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

PROFUNDIDAD	TEXTURA			CONCENTRACIÓN MATERIA ORGÁNICA	ESTRUCTURA	PH	CONDUCTIVIDAD	SALINIDAD
	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)					

- ¿Es uniforme el suelo del parque?
- Si no es uniforme delimitar las distintas zonas.

DATOS CLIMÁTICOS

- ¿Hay estación meteorológica propia en el parque?
- Si no es así, ¿qué fuente de información se utiliza?
- ¿Qué datos usan y para qué?

AGUA DE RIEGO

- Origen (pozo – red de abastecimiento – aguas residuales – río...)
- Calidad. ¿Análisis recientes?
- Caudal disponible
- ¿Se usa el agua de estanques y lagos para el riego?
- ¿Hay depósitos para el almacenamiento de agua de lluvia?
- ¿Existen vestigios sistemas de riego tradicionales?
- Fuentes: Inventario, origen del agua, estado en el que se encuentran.

- Garantía de suministro: en los últimos 10 años no se ha podido regar en ____ años y se ha podido regar, aunque con restricciones en ____ años.

MANEJO DEL RIEGO

DETERMINACIÓN DE NECESIDADES DE RIEGO

- Procedimiento utilizado para calcular las necesidades hídricas de las distintas especies.
- ¿Se estiman los distintos coeficientes de jardín?
 - En caso afirmativo, ¿cuáles se estiman y cómo?
- ¿Se tienen en cuenta los distintos microclimas que se generan en un jardín?
 - En caso afirmativo indicar en qué zonas se crean y cómo se caracteriza.
- ¿Hay delimitaciones por hidrozonas?
 - En caso afirmativo ¿cuáles son y cómo se caracterizan?

MANEJO DEL RIEGO

- Organización de los turnos de riego.
- Hora de riego.
- ¿Qué estimación hay de pérdidas de agua en la red de riego?
- ¿Se practica riego deficitario?

Por falta de recursos, por ahorro, falta de agua.....

	LOCALIZADO	ASPERSIÓN	SUPERFICIE	MANUAL
Superficie regada (%)				

HIDROZONA	SECTOR	SISTEMA DE RIEGO	SUPERFICIE	CAUDAL	DURACIÓN DEL RIEGO	NÚMERO DE RIEGOS AL MES	PROCEDENCIA AGUA	VOLUMEN TOTAL DE AGUA/AÑO

INFRAESTRUCTURAS

- ¿Hay planos de la red de riego?
- ¿Existen vestigios de sistemas de riego tradicionales?
- ¿Hay sistema de drenaje? Característica
- Sistema de bombeo: tipo de bomba y características motores
- Red de distribución y drenaje: material.
- Equipo de filtrado.

- Equipo de fertirriego.
- Tipos de emisores de riego
- Otros dispositivos auxiliares: contadores volumétricos, caudalímetros, manómetros, válvulas hidráulicas, electroválvulas.

CALIDAD DEL SERVICIO

- Cortes en el suministro de agua
- Nº de averías al año
- Datos sobre las presiones y los caudales
- Nº de horas de funcionamiento del riego al día

MANTENIMIENTO INSTALACIONES

- ¿Hay un protocolo de mantenimiento? ¿En que consiste?
- ¿Hay un protocolo de actuación ante averías? ¿En que consiste?
- ¿Existe un sistema de detección y aviso de averías/fugas?
- Número de operarios que se encargan del mantenimiento de las instalaciones
- Fecha de instalación de cada equipo.
- Estado actual en el que se encuentra cada equipo

AUTOMATIZACIÓN

- ¿Está automatizado el riego?
- Tipo de automatización: por volúmenes, por tiempos, por balance hídrico del suelo, por variación precipitación estimada....
- Infraestructura del sistema de control
- Protocolo de mantenimiento del sistema de control

PERSONAL Y GESTIÓN

PERSONAL TOTAL	PERSONAL FIJO	PERSONAL EVENTUAL	PERSONAL A JORNADA COMPLETA	PERSONAL A MEDIA JORNADA

FUNCIONES	Nº OPERARIOS	HORAS TOTALES EMPLEADAS	PREPARACIÓN OPERARIOS

- ¿Hay alguna empresa subcontratada?
- ¿Qué trabajos desarrolla?
- ¿Existe personal específico para ejercer las funciones propias del riego?
- ¿Hay un responsable del riego?
- % tiempo dedicado al riego

DATOS ECONÓMICOS

- ¿Cómo se estima el coste en consumo de agua?
- ¿Cuál es el coste en consumo de agua?
- ¿Cómo se estima el coste en consumo de energía?
- ¿Cuál es el coste en consumo de energía?

ANEJO 2. Análisis de agua



AYUNTAMIENTO DE SEVILLA
LABORATORIO

Referencia..... M 9011166

Fecha de recepción. 08/10/90

Muestra de AGUA
P.INFANTAS

de D. REALES ALCAZARES

Informe presentado por la sección de bromatología:

Descripción de la muestra:

RESULTADO

Aeróbios mesófilos/ml..... 15 ufc
Coliformes totales/100ml..... 900 ufc
Coliformes fecales/100ml..... Ausencia
Estreptococos g D/100ml..... Ausencia
C. sulfito-reductores/20ml..... Ausencia

Dictamen:

AGUA BACTERIOLOGICAMENTE NO POTABLE.

Sevilla a 16 de octubre de 1990

El Director





AYUNTAMIENTO DE SEVILLA

Referencia..... N 901166

Fecha de recepción. 06/10/98

LABORATORIO

Muestra de AGUA
F. INFANTES

de D. REILES ALCAZARES

Informe presentado por la sección de bromatología:

Descripción de la muestra:

RESULTADO

Turbidez.....	0,1 u.a.f.
Dureza total (en g. franceses).....	35
cloruros (en cl).....	29,8 mg/l
Nitritos (en NO ₂).....	Negativo
Amoníaco (en NH ₄).....	Negativo
Nitratos (en NO ₃).....	5 mg/l
pH A 20 °C.....	7,3
Conductividad a 20 °C.....	687 micra/cm
Cloro libre residual.....	Ausencia

Diccionario:

LAS CIFRAS MALLADAS EN LAS DETERMINACIONES EFECTUADAS ESTAN DENTRO DE LOS LÍMITES SEÑALADOS PARA AGUAS POTABLES. DEBE AÑADIRSE CLORO ACTIVO.



11 de octubre de 1998

El Director



AYUNTAMIENTO DE SEVILLA
LABORATORIO

Referencia..... M 9011167

Fecha de recepción. 08/10/90

Muestra de AGUA
C.V.

de D. REALES ALCAZARES

Informe presentado por la sección de bromatología:

Descripción de la muestra:

RESULTADO

Aeróbios mesófilos/ml..... 3.600 ufc
Coliformes totales/100ml..... > 24.000 ufc
Coliformes fecales/100ml..... Ausencia
Estreptococos g D/100ml..... > 24.000 ufc
C. sulfito-reductores/20ml..... 10 ufc

Dictamen:
AGUA NO POTABLE BACTERIOLOGICAMENTE.

Sevilla a 16 de octubre de 1990

El Director





AYUNTAMIENTO DE SEVILLA
LABORATORIO

Referencia..... M 9011167

Fecha de recepción. 08/10/90

Muestra de AGUA
C.V.

de D. REALES ALCAZARES

Informe presentado por la sección de bromatología:

Descripción de la muestra:

RESULTADO

Aeróbios mesófilos/ml..... 3.600 ufc
Coliformes totales/100ml..... > 24.000 ufc
Coliformes fecales/100ml..... Ausencia
Estreptococos g D/100ml..... > 24.000 ufc
C. sulfito-reductores/20ml..... 10 ufc

Dictamen:

AGUA NO POTABLE BACTERIOLOGICAMENTE.

Sevilla a 16 de octubre de 1990

El Director





AYUNTAMIENTO DE SEVILLA

Referencia..... W 8001167

Fecha de recepción 03/10/90

LABORATORIO

Muestra de AGUA
C.V.

De D. PABLO ALONSO

Informe presentado por la sección de Bromatología:

Descripción de la muestra:

RESULTADO

Turbidez.....	0,3 C.N.F.
Dureza total (en g. francesas).....	19,7
Cloruros (en Cl).....	18 mg/l
Nitritos (en NO ₂).....	Negativo
Amoníaco (en NH ₄).....	Negativo
Nitratos (en NO ₃).....	0,8 mg/l
PH A 20 C.....	7,1
Conductividad a 20 C.....	310 micrs/cm
Cloro libre residual.....	Ausencia

Observaciones:

Las cifras halladas en las determinaciones efectuadas están dentro de los límites señalados para aguas potables. Debe añadirse cloro activo



Sevilla a 13 de octubre

de 1990

El Director



AYUNTAMIENTO DE SEVILLA
LABORATORIO

Referencia..... M 9011168

Fecha de recepción. 08/10/90

Muestra de AGUA
M. PARRA

de D. REALES ALCAZARES

Informe presentado por la sección de bromatología:

Descripción de la muestra:

RESULTADO

Aeróbios mesófilos/ml..... < 4.000 ufc
Coliformes totales/100ml..... 7 ufc
Coliformes fecales/100ml..... 7 ufc
Estreptococos g D/100ml..... 23 ufc
C. sulfito-reductores/20ml..... 10 ufc

Dictamen:

AGUA BACTERIOLOGICAMENTE NO POTABLE.

Sevilla a 16 de octubre de 1990

El Director





AYUNTAMIENTO DE SEVILLA

Referencia..... De SUSPICIOS

Fecha de recepción. 02/10/90

LABORATORIO

Muestra de AGUA
M. PARRA

de D. REALES ALCAZARES

Informe presentado por la sección de Bromatología:

Descripción de la muestra:

RESULTADO

Turbidez..... 1,1 U.N.E.
Dureza total (en g. Germanesca). 10,1
Cloruros (en Cl). 10,2 mg/l
Nitritos (en NO₂)..... Negativo
Amoniaco (en NH₃)..... Negativo
Nitratos (en NO₃)..... 1 mg/l
pH a 20 °C..... 7,1
Conductividad a 20 °C..... 200 microS/cm
Cloro libre residual..... Ausencia

Observación:

LOS DATOS OBTENIDOS EN LAS DETERMINACIONES EFECTUADAS ESTAN DENTRO DE LOS LIMITES SEÑALADOS PARA AGUAS POTABLES EXCEPTO LA TURBIDEZ QUE ES SUPERIOR A LA RECOMENDADA. DEBE ABANDONARSE EL USO ACTIVO



11 de octubre de 1990

El Director

Jaime

ASPERSORES



SERIE MAXI-PAW™

Aspersor emergente de impacto de círculo completo y sectorial

APLICACIONES

Aspersor destinado a pequeñas y medianas instalaciones de riego automático residencial y públicas. Estos aspersores están pensados para trabajar a baja presión y caudal.

CARACTERÍSTICAS

- Mecanismo de impacto fiable
- Altura de emergencia de 7,6 cm
- Toberas de tipo bayoneta intercambiables, y codificadas por colores
- 5 toberas de caudal proporcional a la superficie regada + 2 toberas de ángulo bajo
- Cambio de toberas sin necesidad de herramientas
- Brazo de Impacto con doble contrapeso: rotación lenta que permite un excelente alcance
- Funcionamiento a baja presión y caudal
- Sistema de impacto
- Un sólo modelo para círculo completo o sectorial
- Brazo «PJ™» anti-salpicaduras
- Tornillo de ajuste del chorro
- Junta limpiadora multifuncional
- Palanca de inversión de giro que permite el riego sectorial
- Doble entrada rosca hembra: 1/2" (15/21) y 3/4" (20/27)
- Mantenimiento por la parte superior del aspersor
- Kit SAM valvula anti-drenaje opcional

ESPECIFICACIONES

Alcance: 6,7 a 13,7 metros

Presión: 1,7 a 4,1 bares

Caudal: 0,34 a 1,91 m³/h

Toma inferior rosca hembra doble: 1/2" (15/21) y 3/4" (20/27)

Toma lateral hembra: 1/2" (15/21)

Ángulo de trayectoria:

- 23° para las toberas n° 06, 07, 08, 10 y 12

- 11° para las toberas 07-LA y 10-LA

Toberas MPR: 06 (roja), 07 (negra), 08 (azul), 10 (amarilla), 12 (beige)

Toberas de ángulo bajo: 07-LA (negra), 10-LA (amarilla)

DIMENSIONES

Altura de cuerpo: 23,6 cm

Diámetro expuesto: 12,7 cm

Toberas LA: Ángulo Bajo

Toberas	bar	m	m³/h	■ mm/h	▲ mm/h
07-LA	1,7	6,7	0,34	15	17
	2,0	6,9	0,38	16	18
	2,5	7,1	0,42	17	19
	3,0	7,4	0,46	17	19
	3,5	7,6	0,50	17	20
10-LA	4,0	7,6	0,54	19	22
	4,1	7,6	0,54	19	22
	1,7	7,6	0,77	27	31
	2,0	8,1	0,83	25	29
	2,5	8,7	0,91	24	28
	3,0	9,2	1,00	24	27
	3,5	9,6	1,09	24	27
	4,0	9,8	1,19	25	29
	4,1	9,8	1,23	26	30

■ 50% ▲ 50%



MODELO

2045A MAXI-PAW™

RENDIMIENTOS

Toberas MPR

Toberas	bar	m	m³/h	■ mm/h	▲ mm/h
06	1,7	-	-	-	-
	2,0	-	-	-	-
	2,5	11,4	0,46	7	8
	3,0	11,5	0,51	8	9
	3,5	11,6	0,55	8	9
07	4,0	11,6	0,58	9	10
	4,1	11,6	0,59	9	10
	1,7	9,8	0,50	10	12
	2,0	10,4	0,55	10	12
	2,5	11,0	0,60	10	11
08	3,0	11,7	0,66	10	11
	3,5	12,2	0,72	10	11
	4,0	12,5	0,78	10	12
	4,1	12,5	0,79	10	12
	1,7	10,7	0,64	11	13
10	2,0	11,1	0,68	11	13
	2,5	11,5	0,75	11	13
	3,0	12,0	0,82	11	13
	3,5	12,4	0,89	12	13
	4,0	12,7	0,94	12	14
12	4,1	12,8	0,95	12	13
	1,7	11,6	0,95	14	16
	2,0	12,0	1,01	14	16
	2,5	12,3	1,11	15	17
	3,0	12,7	1,21	15	17
	3,5	13,0	1,31	16	18
	4,0	13,3	1,42	16	19
	4,1	13,4	1,45	16	19
	1,7	11,9	1,25	18	20
	2,0	12,3	1,32	17	20
	2,5	12,7	1,45	18	21
	3,0	13,2	1,58	18	21
	3,5	13,6	1,72	19	22
	4,0	13,7	1,86	20	23
	4,1	13,7	1,91	20	24

■ 50% ▲ 50%

ACCESORIOS

2045A KIT-SAM: Kit SAM valvula anti-drenaje opcional



HERRAMIENTA

42064

APLICACIONES

Llave para instalar y desmontar los aspersores Mini-Paw® y MAXI-PAW™.

MODELO

42064





TABLA DE SELECCION DE LOS ASPERSORES EMERGENTES DIFUSORES

1 2,1 / 4,6 m → UNI-Spray™



2 0,6 / 5,5 m → 1800™



SERIE UNI-Spray™ Difusores emergentes

APLICACIONES

Los difusores UNI-Spray™ están particularmente recomendados para espacios verdes de pequeñas dimensiones, conjuntos de flores y arbustos.

CARACTERÍSTICAS

- Toberas regulables de tipo VAN pre-montadas en el difusor
- Posibilidad de montar todas las toberas MPR (caudal proporcional a la superficie a regar) y las Serie U para macizos de flores y arriates
- 2 alturas de emergencia
- Ajuste perfecto del sector a regar mediante un sistema de trinquete
- Junta de estanqueidad activada por presión
- Muelle muy potente en acero inoxidable
- Tornillo de ajuste del caudal y del alcance
- Filtro situado en la misma tobera
- Kit opcional de válvula antidrenaje SAM retiene hasta 1,5 m. de diferencias de elevación, instalable en difusores ya instalados

ESPECIFICACIONES

Prestión: 1,0 a 2,1 bares

Alcance: 2,1 hasta 4,6 m

RENDIMIENTOS

SERIE 10-VAN

Toberas	bar	m	m³/h	mm/h	mm/h
360°	1,0	2,1	0,44	96	111
	1,5	2,4	0,53	89	103
	2,0	2,7	0,57	76	88
	2,1	3,1	0,59	63	73
270°	1,0	2,1	0,33	96	111
	1,5	2,4	0,40	89	103
	2,0	2,7	0,43	76	88
	2,1	3,1	0,48	68	79
180°	1,0	2,1	0,22	96	111
	1,5	2,4	0,27	89	103
	2,0	2,7	0,29	76	88
	2,1	3,1	0,33	71	82
90°	1,0	2,1	0,11	96	111
	1,5	2,4	0,13	89	103
	2,0	2,7	0,14	76	88
	2,1	3,1	0,17	73	85

DIMENSIONES

Entrada roscada: 1/2"

Diámetro expuesto: 3,2 cm

Altura del cuerpo:

- US-200: 9,6 cm

- US-400: 15,0 cm

Altura de emergencia:

- US-200: 5,1 cm

- US-400: 10,2 cm

MODELOS

US-210: Toberas serie 10-VAN

US-212: Toberas serie 12-VAN

US-215: Toberas serie 15-VAN

US-410: Toberas serie 10-VAN

US-412: Toberas serie 12-VAN

US-415: Toberas serie 15-VAN

ACCESORIOS

US-SAM KIT: Válvula anti-drenaje para difusor UNI-Spray™

PA-8S: Adaptador de plástico para instalar las toberas MPR de los difusores sobre una tubería o elevador con toma roscada de 1/2" (ver página 17)

1800 EXT: Alargador de plástico de 16,5 cm para aumentar la altura de emergencia de la tobera (ver página 17)



US-200

US-400

SERIE 12-VAN

Toberas	bar	m	m³/h	mm/h	mm/h
360°	1,0	2,7	0,40	55	63
	1,5	3,2	0,48	47	54
	2,0	3,6	0,59	46	53
	2,1	3,7	0,60	44	51
270°	1,0	2,7	0,30	55	63
	1,5	3,2	0,36	47	54
	2,0	3,6	0,45	46	53
	2,1	3,7	0,45	44	51
180°	1,0	2,7	0,20	55	63
	1,5	3,2	0,24	47	54
	2,0	3,6	0,30	46	53
	2,1	3,7	0,30	44	51
90°	1,0	2,7	0,10	55	63
	1,5	3,2	0,12	47	54
	2,0	3,6	0,15	46	53
	2,1	3,7	0,15	44	51

SERIE 15-VAN

Toberas	bar	m	m³/h	mm/h	mm/h
360°	1,0	3,4	0,60	52	60
	1,5	3,9	0,72	47	55
	2,0	4,5	0,84	41	48
	2,1	4,6	0,84	40	46
270°	1,0	3,4	0,45	52	60
	1,5	3,9	0,54	47	55
	2,0	4,5	0,63	41	48
	2,1	4,6	0,63	40	46
180°	1,0	3,4	0,30	52	60
	1,5	3,9	0,36	47	55
	2,0	4,5	0,42	41	48
	2,1	4,6	0,42	40	46
90°	1,0	3,4	0,15	52	60
	1,5	3,9	0,18	47	55
	2,0	4,5	0,21	41	48
	2,1	4,6	0,21	40	46

■ 50%
▲ 50%

INFORMACIÓN TÉCNICA

MODELOS
PGS – Fijo o Aéreo
PGP – Emergente de 10 cm (4")
PGH – Emergente de 30 cm (12")
DIMENSIONES
<ul style="list-style-type: none"> Altura total: PGS – 19 cm (7½") PGP – 19 cm (7½") PGH – 43 cm (17") Rosca hembra NPT de ¾" Diámetro expuesto: 4 cm (1½")
ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> Velocidad de descarga: de 0,11 a 3,27 m³/hr; 1,9 a 54,5 l/min (.5 a 14,4 gpm) Radio: de 6,7 a 15,9 m (de 22' a 52') Intervalo de presiones: de 2,1 a 4,8 bares (30 a 70 psi, de 206 a 482 kPa) Pluviometría: aproximadamente 10 mm (4") la hora a 3,4 bares (50 psi, 344 kPa) para espacios desde 7,6 m a 13,7 m (25' a 45') Trayectoria de la Tobera: estándar (25°) y ángulo bajo (13°)
OPCIONES DISPONIBLES
<ul style="list-style-type: none"> Válvula de retención de drenaje instalada de fábrica para un máximo de 3 m (10') de cambio de desnivel Tapa identificativa para aguas no potables o residuales Toberas de ángulo bajo Toberas instaladas de fábrica

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		
EJEMPLO: PGP - ADJ - LA		
MODELO	CARACTERÍSTICAS	OPCIONES
PGS = Aéreo	ADJ, 360, ADV, 36V, ARV, 3RV	XX = 12 Toberas estándar ó LA = 7 Toberas de ángulo bajo
PGP = Emergente 10 cm	ADJ, 360, ADV, 36V, ARV, 3RV	01 - 12 = Tobera estándar de fábrica 4 - 10 LA = Toberas de ángulo bajo de fábrica
PGH = Emergente 30 cm	ADV, 36V, ARV, 3RV	
CÓDIGO DE CARACTERÍSTICAS: ADJ = Ajustable 360 = Circuito completo ADV = Ajustable con válvula antidrenaje 3RV = Circuito completo con válvula antidrenaje		

RENDIMIENTO DEL PRODUCTO

PGP – Tablas de rendimiento de boquillas estándar					
Boquilla	Presión PSI	Radio ft.	Caudal GPM	Pluv. in/hr	
1	30	28"	0.5	0.12	0.14
	40	29"	0.6	0.14	0.16
	50	29"	0.7	0.16	0.19
2	30	30"	0.7	0.16	0.19
	40	30"	0.9	0.17	0.20
	60	31"	1.0	0.20	0.23
3	30	30"	0.9	0.19	0.22
	40	31"	1.0	0.20	0.23
	50	31"	1.2	0.24	0.28
4	30	32"	1.2	0.23	0.26
	40	33"	1.4	0.25	0.29
	50	34"	1.6	0.27	0.31
5	30	34"	1.6	0.27	0.31
	40	36"	1.8	0.27	0.31
	50	38"	2.0	0.27	0.31
6	30	36"	2.0	0.30	0.34
	40	38"	2.4	0.32	0.37
	50	40"	2.7	0.32	0.38
7	30	36"	2.6	0.39	0.45
	40	40"	3.0	0.35	0.42
	50	42"	3.4	0.37	0.43
8	30	37"	3.2	0.45	0.52
	40	40"	3.7	0.45	0.51
	50	43"	4.2	0.44	0.50
9	30	38"	4.2	0.56	0.65
	40	43"	4.9	0.51	0.59
	50	46"	5.5	0.50	0.58
10	30	45"	6.0	0.57	0.66
	40	48"	6.8	0.57	0.66
	50	49"	7.6	0.61	0.70
11	30	46"	8.0	0.73	0.84
	40	48"	8.9	0.74	0.86
	50	50"	9.8	0.75	0.87
12	30	46"	11.4	1.04	1.20
	40	49"	12.2	1.02	1.18
	50	50"	13.2	1.02	1.17

Nota: Las pluviometrias estan calculadas en un arco de 180 grados. Para la pluviometria en aspersores de 360, dividir entre dos.

La información representa el resultado de pruebas sin viento. Ajuste a condiciones locales. Radio podrá ser reducido hasta un 25% con el tornillo de ajuste (esto podrá alterar la uniformidad del riego). Rendimiento óptimo es mostrado en oscuro. Para información en pruebas estándares y calculaciones de tasa de precipitación, vea el catálogo de Productos de Irrigación Hunter.

Para medir la presión de la tobera (boquilla) en el PGS, PGP, PGH o de cualquier aspersor de turbina, ordene el juego de manómetros de presión para aspersores Hunter parte # 122900.

PGP – Tablas de rendimiento de toberas estándar – Métrico					
Tobera	Presión Bares	Radio m	Caudal m³/hr	Pluv. mm/hr	
1	2.1	206	8.5	0.11	1.9
	2.8	275	8.8	0.14	2.3
	3.4	344	9.1	0.16	2.7
2	2.1	206	8.8	0.16	2.6
	2.8	275	9.1	0.18	3.0
	3.4	344	9.4	0.20	3.4
3	2.1	206	9.1	0.20	3.4
	2.8	275	9.4	0.23	3.8
	3.4	344	9.4	0.27	4.5
4	2.1	206	9.8	0.27	4.5
	2.8	275	10.1	0.32	5.3
	3.4	344	10.4	0.36	6.1
5	2.1	206	10.4	0.36	6.1
	2.8	275	11.0	0.41	6.8
	3.4	344	11.6	0.45	7.6
6	2.1	206	11.0	0.45	7.6
	2.8	275	11.6	0.55	9.1
	3.4	344	12.2	0.61	10.2
7	2.1	206	11.0	0.59	9.8
	2.8	275	12.2	0.68	11.4
	3.4	344	12.8	0.77	12.9
8	2.1	206	11.3	0.73	12.1
	2.8	275	12.2	0.84	14.0
	3.4	344	13.1	0.95	15.9
9	2.1	206	11.6	0.95	15.9
	2.8	275	13.1	1.11	18.5
	3.4	344	14.0	1.25	20.8
10	2.1	206	13.7	1.36	22.7
	2.8	275	14.6	1.54	25.7
	3.4	344	14.6	1.73	28.8
11	2.1	206	14.0	1.82	30.3
	2.8	275	14.6	2.02	33.7
	3.4	344	15.2	2.23	37.1
12	2.1	206	14.0	2.59	43.1
	2.8	275	14.6	2.77	46.2
	3.4	344	15.2	3.00	50.0

PGP – Tablas de rendimiento de boquillas de ángulo bajo					
Boquilla	Presión PSI	Radio ft.	Caudal GPM	Pluv. in/hr	
4	30	22"	1.4	0.56	0.64
	40	24"	1.7	0.57	0.66
	50	25"	1.8	0.51	0.59
5	30	25"	1.6	0.49	0.57
	40	27"	1.9	0.59	0.68
	50	28"	2.1	0.52	0.60
6	30	27"	2.1	0.55	0.64
	40	30"	2.5	0.53	0.62
	50	33"	2.8	0.49	0.57
7	30	29"	2.8	0.64	0.74
	40	32"	3.1	0.58	0.67
	50	35"	3.5	0.55	0.64
8	30	31"	3.4	0.68	0.79
	40	34"	3.9	0.65	0.75
	50	37"	4.4	0.62	0.71
9	30	33"	4.3	0.76	0.88
	40	37"	5.0	0.70	0.81
	50	40"	5.6	0.67	0.78
10	30	38"	6.5	0.87	1.00
	40	40"	7.3	0.88	1.01
	50	42"	8.0	0.87	1.01
P	30	44"	8.6	0.86	0.99
	Boquilla-tapón ciego para anular el riego, sin desmontar la turbina en tareas de reparación, mantenimiento, etc.				

PGP – Tablas de rendimiento de toberas de ángulo bajo – Métrico					
Tobera	Presión Bares	Radio m	Caudal m³/hr	Pluv. mm/hr	
4	2.1	206	6.7	0.32	5.3
	2.8	275	7.3	0.39	6.4
	3.4	344	7.9	0.41	6.8
5	2.1	206	7.6	0.36	6.1
	2.8	275	8.2	0.43	7.2
	3.4	344	8.5	0.48	7.9
6	2.1	206	8.2	0.49	7.9
	2.8	275	9.1	0.57	9.5
	3.4	344	10.1	0.64	10.6
7	2.1	206	8.8	0.64	10.6
	2.8	275	9.8	0.70	11.7
	3.4	344	10.7	0.79	13.2
8	2.1	206	9.4	0.77	12.9
	2.8	275	10.4	0.89	14.8
	3.4	344	11.3	1.00	16.7
9	2.1	206	10.1	0.98	16.3
	2.8	275	11.3	1.14	18.9
	3.4	344	12.2	1.27	21.2
10	2.1	206	11.6	1.48	24.6
	2.8	275	12.2	1.66	27.6
	3.4	344	12.8	1.82	30.3
P	2.8	275	13.4	1.95	32.6
	3.4	344	14.6	2.25	26
	4.1	413	15.8	3.27	54.5
12	2.1	206	11.6	1.48	24.6
	2.8	275	12.2	1.66	27.6
	3.4	344	12.8	1.82	30.3
P	2.8	275	13.4	1.95	32.6
	3.4	344	14.6	2.25	26
	4.1	413	15.8	3.27	54.5
12	2.1	206	11.6	1.48	24.6
	2.8	275	12.2	1.66	27.6
	3.4	344	12.8	1.82	30.3
P	2.8	275	13.4	1.95	32.6
	3.4	344	14.6	2.25	26
	4.1	413	15.8	3.27	54.5
12	2.1	206	11.6	1.48	24.6
	2.8	275	12.2	1.66	27.6
	3.4	344	12.8	1.82	30.3
P	2.8	275	13.4	1.95	32.6
	3.4	344	14.6	2.25	26
	4.1	413	15.8	3.27	54.5

ANEJO 4. Coeficiente de especie

Tabla 49. Coeficiente de especie de la vegetación de los jardines del Real Alcázar

ESPECIE		Ke	tolerancia a la salinidad (dS/m)	Tolerancia al encharcamiento	Tipo de especie	
Nombre Científico	Nombre común					
<i>Abutilom pitum</i>	Abutilo	0,72		Baja	Arp/PF	
<i>Acacia dealbata</i>	Mimosa de flor	0,18	4-8	Baja	AP	x
<i>Acanthus mollis</i>	Acanto	0,5	4-8	Media	V	x
<i>Acer negundo</i>	arce matizado	0,5	4-8	Media	AC	x
<i>Acer pseudolatanus</i>	Falso plátano	0,5	4-8	Baja	V/T	x
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Castaño de Indias	0,5		Baja	AC	
<i>Agave americana</i>	Pita	0,2	8-10	Baja	S	x
<i>Ailanthus altissima</i>	Ailanto	0,17	8-10	Media	AC	x
<i>Albizia prosera</i>	Albicia	0,4	4-8	Baja	AC	x
<i>Aloe arborescens</i>	Aloe	0,2	8-10	Baja	S	x
<i>Annona cherimola</i>	Chirimoyo	0,5	<2	Baja	AC	
<i>Araucaria exelsa</i>	Araucaria	0,45		Media	Con	
<i>Asparagus cetacius</i>	Esparraguera fina	0,5		Media	V	
<i>Beaucarnea recurvata</i>	Nolina	0,2	4-8	Baja	S	
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Buganvilla	0,22	8-10	Baja	PT	x
<i>Brachychiton populneus</i>	Brachichito	0,35		Baja	AP	x
<i>Broussonetia papyrifera</i>	Morera del papel	0,2		Baja	AC	x
<i>Buxus sempervirens</i>	Boj	0,5	4-8	Baja	Apr	x
<i>Caesalpineia gilliesii</i>	Cesalpina de Gueville	0,3		Baja	ArC	
<i>Campsis radicans</i>	Bignonia	0,4		Baja	PT	x
<i>Canna indica</i>	Canna	0,55		Media	PF	
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	0,4	4-8	Baja	AP	x
<i>Catalpa bignonioides</i>	Catalpa	0,4	4-8	Baja	AC	x
<i>Carya illinoensis</i>	Nuez de Pecan	0,5		Baja	ArC	
<i>Cedrus deodara</i>	Cedro del Himalaya	0,4		Baja	Con	x
<i>Celtis australis</i>	Almez	0,42		Baja	AC	x
<i>Centaurea rutifolia</i> 'Candidissima'	Cineraria	0,2		Baja	V/PF	x
<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol del amor	0,2	4-8	Baja	AC	
<i>Cestrum elegans</i>	Coralito	0,5		Media	ArP	
<i>Chaenomeles japonica</i>	Membrillero Japonés	0,4		Poco	ArC	
<i>Chamaerops humilis</i>	Palmito	0,4	4-8	Baja	Pal	
<i>Chimonanthus praecox</i>	Macusar			Baja	ArC	

<i>Chlorophytum comosum</i>	Cintas	0,2	8-10	Baja	S	x
<i>Chorisia speciosa</i>	Palo borracho	0,28	4-8	Baja	AC	x
<i>Citrus spp.</i>	Cítricos	0,5	<2	Baja	AP	
- <i>Citrus aurantium</i> var. <i>Amara</i>	Naranja amargo	0,5	<2	Baja	AP	
- <i>Citrus aurantium</i> var. <i>Mirtyfolia</i>	Naranja moruno	0,5	<2	Baja	AP	
- <i>Citrus limon</i>	Limonero	0,5	<2	Baja	AP	
- <i>Citrus maxima</i>	Falso pomelo	0,5	<2	Baja	AP	
- <i>Citrus nobilis</i>	Mandarino	0,5	<2	Baja	AP	
- <i>Citrus X paradisi</i>	Pomelo	0,5	<2	Baja	AP	
<i>Clivia miniata</i>	Clivia	0,44		Baja	V/T	
<i>Cocculus laurifolius</i>	Laureola	0,5			AP	
<i>Colocasia esculenta</i>	Oreja de elefante	0,8		Alta	S	
<i>Cordyline terminalis</i>	Dracaena	0,45		Baja	S	
<i>Cuphea micropetela</i>	Planta del cigarro	0,5		Media	ArP	
<i>Cupressus arizonica</i>	Ciprés de Arizona	0,15		Media	Con	x
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés	0,3		Baja	Con	x
<i>Cycas revoluta</i>	Cicas	0,5		Baja	Pal	
<i>Cydonia oblonga</i>	Membrillero	0,2		Baja	AC	
<i>Cyperus alternifolius</i>	Paraguas	0,8		Alta	Pac	
<i>Datura arborea</i>	Brugmancia	0,4		Media	ArP	
<i>Datura suaveolens</i>	Datura	0,4		Baja	ArC	
<i>Deutzia scabra</i>	Celinda de espigas	0,5		Baja	ArC	
<i>Diospyros kaki</i>	Caqui	0,45		Baja	AC	
<i>Dombeya x cayeuxii</i>	Combella	0,5	4-8	Baja	ArP	
<i>Doxantha unguis-cati</i>	Uña de gato	0,2			PT	x
<i>Duranta repens</i>	Duranta	0,5		Baja	ArC	
<i>Eryobotrya japonica</i>	Níspero	0,38	<2	Baja	AP	
<i>Erythrina cista-galli</i>	Seibó	0,38		Baja	AC	x
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto rojo	0,28	4-8	Alta	AP	x
<i>Euonymus japonicus</i>	Evónimo	0,4	4-8	Baja	ArP	x
<i>Euphorbia (= Poinsettia) pulcherrima</i>	Páscuelo	0,4		Baja	S	x
<i>Fagus sylvatica</i>	Haya	0,65		Baja	AC	
<i>Ficus carica</i>	Higuera	0,5	4-8	Baja	AP	x
<i>Ficus elastica</i>	Árbol del Caucho	0,5	4-8	Baja	AP	
<i>Ficus elastica</i> var. <i>Decora</i>	Ficus	0,5		Baja	AP	
<i>Ficus retusa</i>	Laurel de Indias	0,5		Baja	AP	
<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgo	0,5		Baja	AC	x
<i>Hedera helix</i>	Hiedra	0,5		Baja	PT/T	x
<i>Hedera helix</i> var. <i>canariensis</i>	Hiedra de Canarias	0,5	2-4	Baja	PT/T	x
<i>Hibiscus mutabilis</i>	Amolaruzo	0,5		Media	ArP	
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Pacífico	0,56	2-4	Media	ArP	x
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> var	Pacífico de flor	0,56		Media	ArP	x

<i>florepleno</i>	doble					
<i>Hibiscus syriacus</i>	Altea	0,45		Baja	ArC	
<i>Jacaranda ovalifolia</i>	Jacaranda	0,5		Baja	AC	
<i>Jasminum humile</i>	Jazmín arbustivo	0,44		Baja	PT	
<i>Jasminum officinalis</i>	Jazmín	0,5		Baja	PT	
<i>Juglans nigra</i>	Nogal	0,5		Baja	ArC	
<i>Justicia adhatoda</i>	Justicia	0,74		Media	ArP	
<i>Justicia carnea</i>	Justicia	0,74		Media	ArP	
<i>Lagerstroemia indica</i>	Árbol de Júpiter	0,4	2-4	Baja	AC	x
<i>Lagunaria patersonii</i>	Pica pica	0,2	4-8	Baja	AC	x
<i>Lantana camara</i>	Lantana	0,28	4-8	Media	ArP	x
<i>Laurus nobilis</i>	Laurel	0,3		Baja	AP	x
<i>Lavandula latifolia</i>	Lavanda	0,3		Baja	ArP/PA	x
<i>Ligustrum lucidum</i>	Aligustre del Japón	0,4	4-8	Baja	ArP	
<i>Ligustrum lucidum var variegatum</i>	Durillo matizado	0,4		Baja	ArP	
<i>Livistona chinensis</i>	Latanía borbónica	0,5		Baja	Pal	x
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolio	0,56	2-4	Baja	AP	
<i>Melia azedarach</i>	Árbol del Paraíso	0,17	4-8	Baja	AC	x
<i>Mirabilis jalapa</i>	Don diego de noche					
<i>Monstera deliciosa</i>	Costilla de Adán	0,8		Media	PT	
<i>Morus alba</i>	Morera	0,4	8-10	Baja	AC	x
<i>Morus nigra</i>	Moral negro	0,4	8-10	Baja	AC	x
<i>Muehlenbeckia complexa</i>	Enredadera de alambre	0,38		Media	PT	x
<i>Musa paradisiaca</i>	Bananero	0,74			ArP	
<i>Myrtus communis</i>	Mirto	0,35		Baja	ArP	x
<i>Nandina domestica</i>	Nandina	0,35	2-4	Baja	ArP	x
<i>Nephrolepis exaltata</i>	Helecho común					
<i>Nerium oleander</i>	Adelfa	0,3	4-8	Baja	ArP	x
<i>Olea europaea</i>	Olivo	0,27	4-8	Baja	AP	x
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Chumbera	0,15	4-8	Baja	Cac	x
<i>Pandorea jasminoides</i>	Bignonia	0,5			PT	
<i>Persea gratissima</i>	Aguacata	0,5	<2		AP	
<i>Philadelphus coronarius</i>	Celinda	0,5		Baja	ArP	
<i>Phyllostachys aurea</i>	Bambú	0,4		Media	B	
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera canaria	0,3	8-10	Media	Pal	x
<i>Phoenix dactylifera</i>	Palmera datilera	0,22	8-10	Baja	Pal	x
<i>Photinia serrulata</i>	Fotinia	0,5		Baja	ArP	
<i>Phytolacca dioica</i>	Bella sombra	0,4		Media	AC	x
<i>Pinus canariensis</i>	Pino canario	0,35		Baja	Con	x
<i>Pittosporum tobira</i>	Pitosporo	0,45	4-8	Baja	ArP	x
<i>Plumbago auriculata</i>	Celestina	0,44		Baja	PT	x
<i>Populus nigra</i>	Álamo negro	0,6		Media	AC	

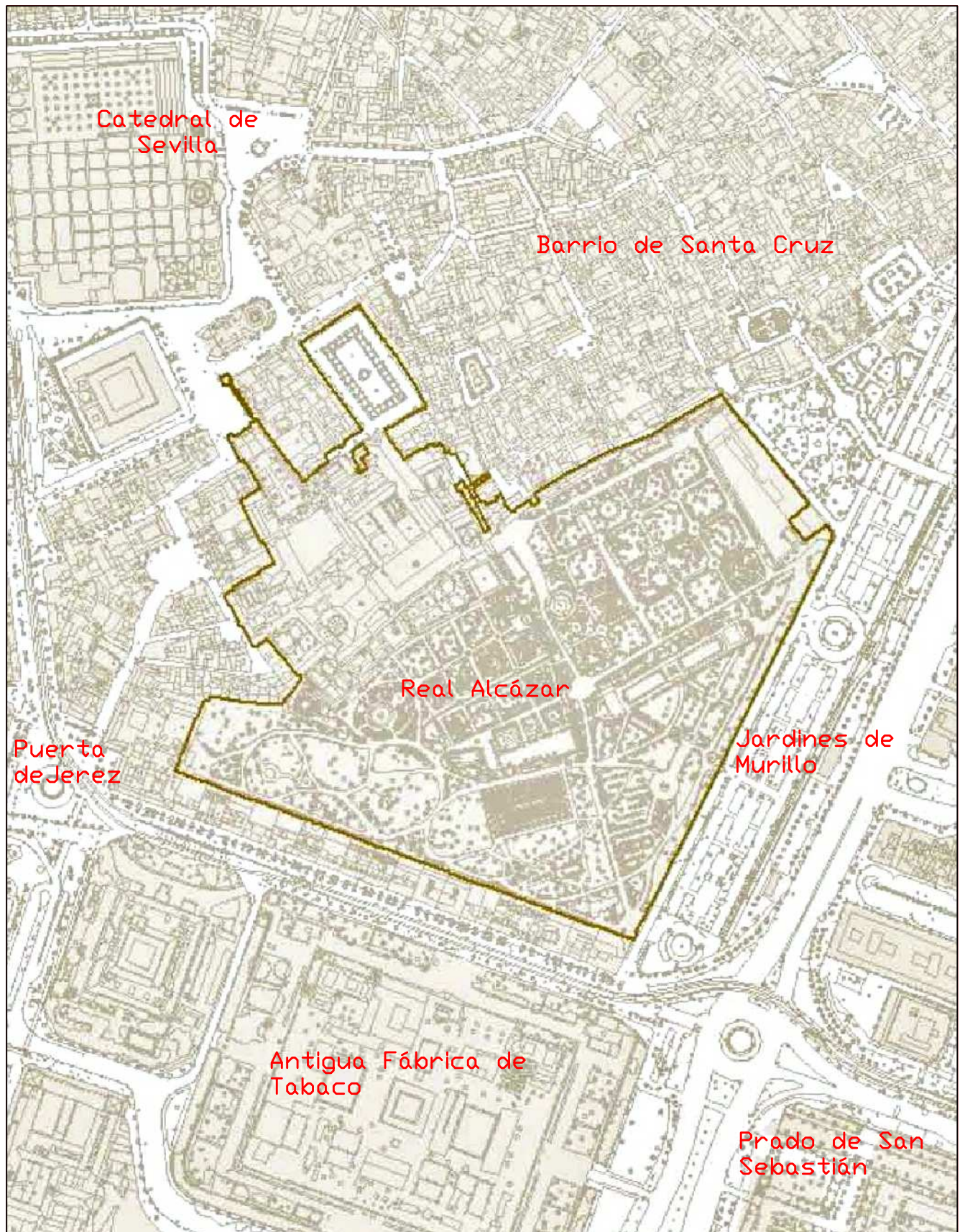
<i>Prunus amygdalus</i>	Almendro	0,4		Baja	AC	
<i>Prunus cerasifera</i> var <i>pisardii</i>	Ciruelo japonés	0,4		Media	AC	x
<i>Prunus persica</i> var <i>florepleno</i>	Melocotonero de flor	0,4		Baja	AC	
<i>Punica granatum</i>	Granado	0,4	4-8	Baja	AC	x
<i>Pyrus communis</i>	Peral	0,5	<2	Baja	AC	
<i>Quercus ilex</i>	Encina	0,4		Baja	AP	x
<i>Quercus robur</i>	Roble	0,5		Baja	AC	
<i>Ricinus comunis</i>	Recino	0,4		Baja	ArP	x
<i>Robinia pseudoacacia</i> 0	Falsa acacia	0,2	8-10	Baja	AC	x
<i>Rosa banksiae</i>	Rosal	0,4		Media	ArC/PF	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	0,3	4-8	Baja	ArP	x
<i>Ruscus aculeatus</i>	Brusco	0,4		Media	ArP	x
<i>Ruta graveoleus</i>	Ruda (Rutácea)	0,5	<2	Baja	AP	
<i>Salvia grahamil</i>	Salvia rosa	0,3	4-8	Baja	ArP/PA	x
<i>Salvia splendens</i>	Banderilla	0,3	4-8	Baja	ArP/PA	x
<i>Senecio cineraria</i>	Senecio	0,26		Baja	Arp/PF	x
<i>Senecio petasitis</i>	Senecio	0,5		Baja	Arp/PF	
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	cerezo de Jerusalén	0,5			PT	x
<i>Spiraea cantoniensis</i>	Espirea	0,5	2-4	Baja	ArC	
<i>Strelitzia reginae</i>	Ave del paraíso					
<i>Taxodium distichum</i>	Ciprés de los Pantanos	0,5		Alta	Con	
<i>Taxus baccata</i>	Tejo	0,5		Baja	Con	
<i>Tecomaria capensis</i>	Jazmín del Cabo	0,5	4-8		PT	x
<i>Tetraplanax papyrifera</i>	Aralia papelera	0,56		Media	ArP	
<i>Tetrastigma voineriana</i>	Vid trepadora	0,4			PT	
<i>Thevetia peruviana</i>	Campanilla amarilla	0,5			ArP	
<i>Tipuana speciosa</i>	Palo rosa	0,5		Baja	AC	x
<i>Trachycarpus fortunei</i>	Palmera de la suerte	0,44		Baja	Pal	
<i>Ulmus minor</i>	Olmo común	0,2			AC	
<i>Umbiculus ruprestris</i>	Omblogo de Venus	0,2			S	x
<i>Viburnum opulus</i>	Mundillo	0,44		Media	ArC	
<i>Viburnum tinus</i>		0,5	2-4	Media	ArP	x
<i>Viburnum suspensum</i>	Durillo de flor	0,5			ArP	x
<i>Vitex agnus-castus</i>	Sauzgatillo	0,35	4-8	Baja	ArC	x
<i>Vitis vinifera</i>	Vid	0,4			PT	
<i>Washingtonia filifera</i>	Pichardia	0,35	4-8	Media	Pal	x
<i>Wisteria sinensis</i>	Glicinia	0,5		Baja	PT	x
<i>Yucca elephantiphes</i>	Yuca robusta	0,2	8-10	Baja	S/ArP	
<i>Ziziphus jujuba</i>	Azufaifo	0,35	>10	Baja	AC	x

Tolerancia a la Salinidad	
Cualitativa	Cuantitativa (dS/cm)
Muy resistente	>10
Resistente	8-10
Bastante resistente	4-8
Sensible	4-2
Muy sensible	<2

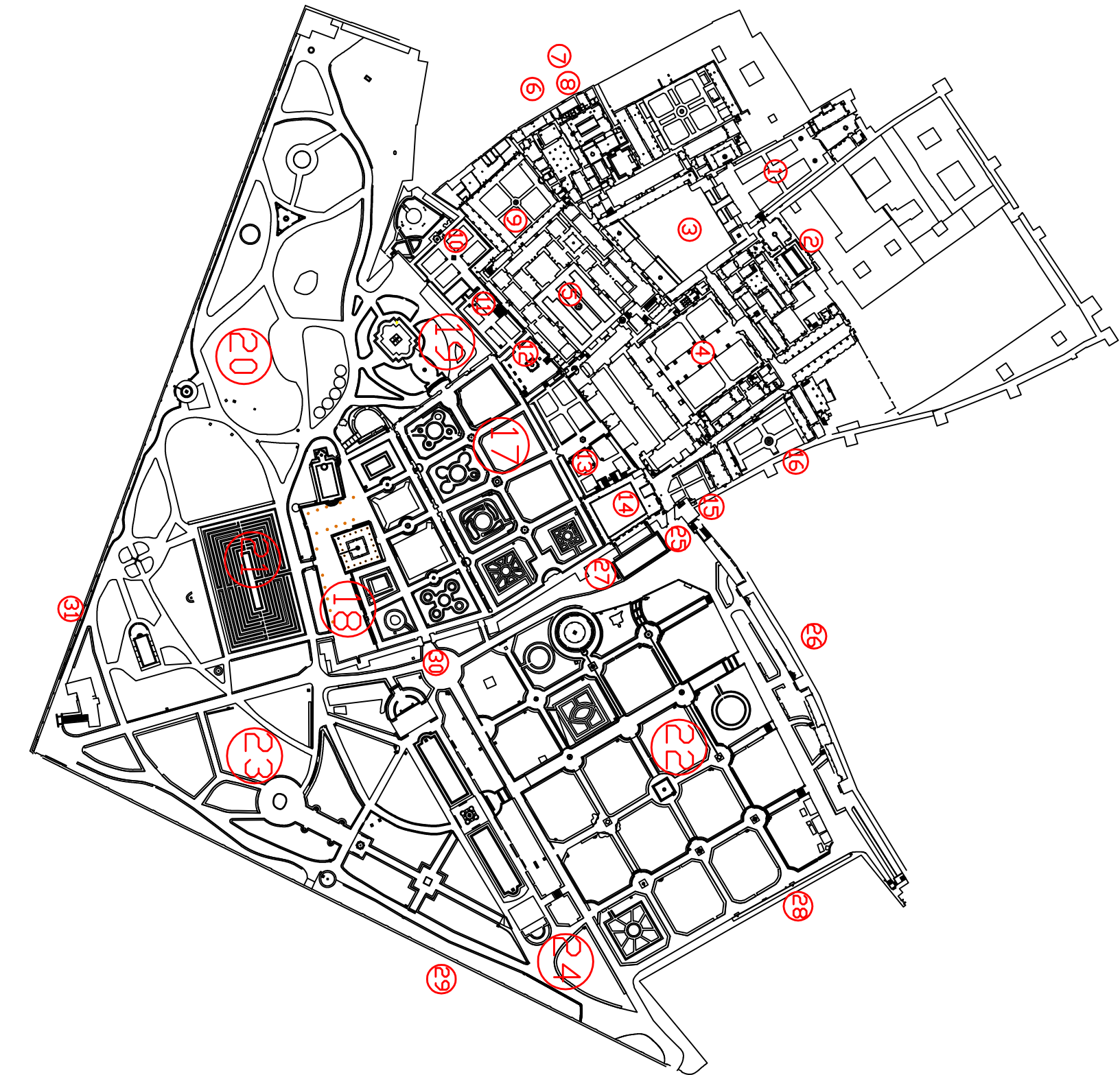
Tipo de especie	
Árbol de hoja caduca	AC
Árbol de hoja perenne	AP
Arbusto de hoja caduca	ArC
Arbusto de hoja perenne	ArP
Bambú	B
Cactácea	Cac
Cespitosa	Ces
Conífera	Con
Helecho	H
Hierba ornamental	HO
Palmácea	Pal
Planta acuática	Pac
Plata aromática	PA
Plata de flor	PF
Plata trepadora	PT
Planta tapizante	T
Planta vivaz	V
Suculenta	S
Adaptadas a la xerojardinería	x

Tabla 50. Cálculos del Coeficiente de jardín Kj.

JARDINES		Ke media	Kd	Km	Kj
CAFETERÍA y muralla Grutesco	Parterres	0,28	1,30	1,00	0,36
	Arriates	0,36	1,30	1,00	0,47
	MEDIA				0,42
PATIO DEL LEÓN		0,36	1,30	0,75	0,35
PATIO DE LA MONTERÍA		0,49	1,00	1,20	0,59
PATIO DEL YESO		0,35	1,00	1,00	0,35
JARDÍN DE MARÍA PADILLA.		0,39	1,30	1,20	0,61
PATIO DE LEVIES Y R. MURUBE		0,39	1,10	1,20	0,51
JARDÍN DEL PRÍNCIPE		0,44	1,30	1,00	0,57
JARDÍN DE LAS FLORES	Parterres	0,44	1,30	0,50	0,29
	Arriates	0,40	1,00	0,75	0,30
	MEDIA				0,29
JARDÍN DE LA GALERA		0,49	1,30	0,50	0,32
JARDÍN DE TROYA		0,49	1,10	1,00	0,54
JARDÍN DE LA DANZA.	Superior	0,39	1,30	0,75	0,38
	Inferior	0,47	1,30	0,75	0,46
	MEDIA				0,42
JARDÍN DEL CHORRÓN (JARDÍN DE LA C)	Parterres	0,38	1,20	0,90	0,41
	Arriates	0,36	1,10	1,00	0,40
JARDÍN DE LA ALCOBILLA		0,49	1,30	0,75	0,48
JARDÍN DE LAS DAMAS	A	0,38	1,30	0,75	0,37
	B	0,43	1,30	0,75	0,42
	C	0,41	1,30	0,75	0,40
	D	0,41	1,10	0,75	0,34
	E	0,45	1,30	0,75	0,44
	Arriates	0,47	1,10	0,75	0,39
	MEDIA				0,39
JADÑIN DE CARLOS V		0,38	1,30	0,75	0,37
JARDÍN DE LA CRUZ		0,38	1,30	0,75	0,37
JARDÍN INGLÉS (PRADERA)	A	0,40	1,30	0,75	0,39
	B	0,37	1,30	0,75	0,36
	C	0,40	1,30	0,75	0,39
	D	0,32	1,30	0,75	0,31
	SETOS	0,33	1,10	0,75	0,27
	Muro	0,55	1,30	0,75	0,54
	Carlos V	0,30	1,30	0,75	0,29
	MEDIA				0,36
JARDÍN DE LA VEGA-INCLÁN	A	0,43	1,30	1,00	0,56
	B	0,41	1,30	0,75	0,40
	C	0,43	1,30	0,50	0,28
	D	0,43	1,30	1,00	0,56
	E	0,45	1,30	1,00	0,59
	MEDIA				0,48
HUERTAS	Muro	0,40	1,30	1,20	0,62
	A	0,51	1,30	0,50	0,33
	B	0,43	1,30	0,75	0,42
	C	0,43	1,30	0,75	0,42
	MEDIA				0,45
JARDÍN DE LOS POETAS		0,51	1,30	0,75	0,50



Fecha Julio 2013		FIRMA :	Plano 1:	
Nombre Cecilia Ruiz Alcalá			Situación del Real Alcázar	
Escala: 1/4000	Reales Alcázares Sevilla		SUPERFICIE 9,45HA	
			SEVILLA	



Jardines	
1	Patio del León
2	Patio del Yeso
3	Patio de la Montería
4	Jardín de María Padilla. Patio del Crucero
5	Patio de Doncellas
6	Patio del Asistente
7	Patio de Levies
8	Patio de Romero Murube
9	Jardín del Príncipe
10	Jardín de las Flores
11	Jardín de la Galera
12	Jardín de Troya
13	Jardín de la Danza
14	Estanque de Mercurio
15	Jardín del Chorrón
16	Jardín de la Alcubilla
17	Jardín de las Damas
18	Jardín de Carlos V
19	Jardín de la Cruz
20	Jardín Inglés. Pradera
21	Laberinto
22	Jardín de la Vega-Inclán
23	Huertas
24	Jardín de los Poetas
25	Puerta de Marchena
26	Cafetería
27	Muralla Grutesco
28	Muralla Vega-Inclán. Guardería
29	Muralla Jardines de Murillo
30	Puerta de la Alcoba
31	Muralla Avda. San Fernando

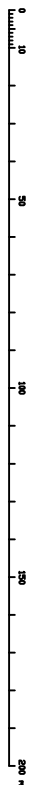
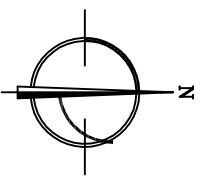
REALES ALCAZARES DE SEVILLA. PLANTA BAJA.

Fecha	Julio 2013	FIRMA:		Plano 2:
Nombre	Cecilia Ruiz Alcalá			Distribución de los Jardines
Escala:	1/2000	Reales Alcázares		SUPERFICIE
		Sevilla		9,45HA
				SEVILLA



Sectores de Riego		
	Pozo de la Parra	
	Pozo de Carlos V	
	Pozo de Troya	

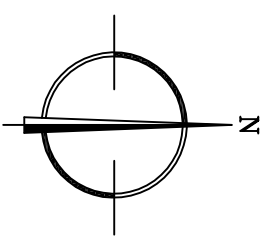
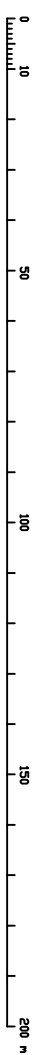
Fecha	Julio 2013	FIRMA:	Plano 3.	
Nombre	Cecilia Ruiz Alcalá		Sectores de Riego	
Escala:	1/2000	Reales Alcázares Sevilla		SUPERFICIE
				9,45HA
				SEVILLA



REALES ALCAZARES DE SEVILLA. PLANTA BAJA.

Red de
Tuberías

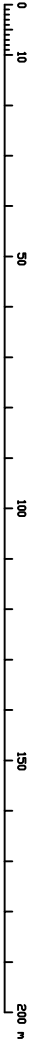
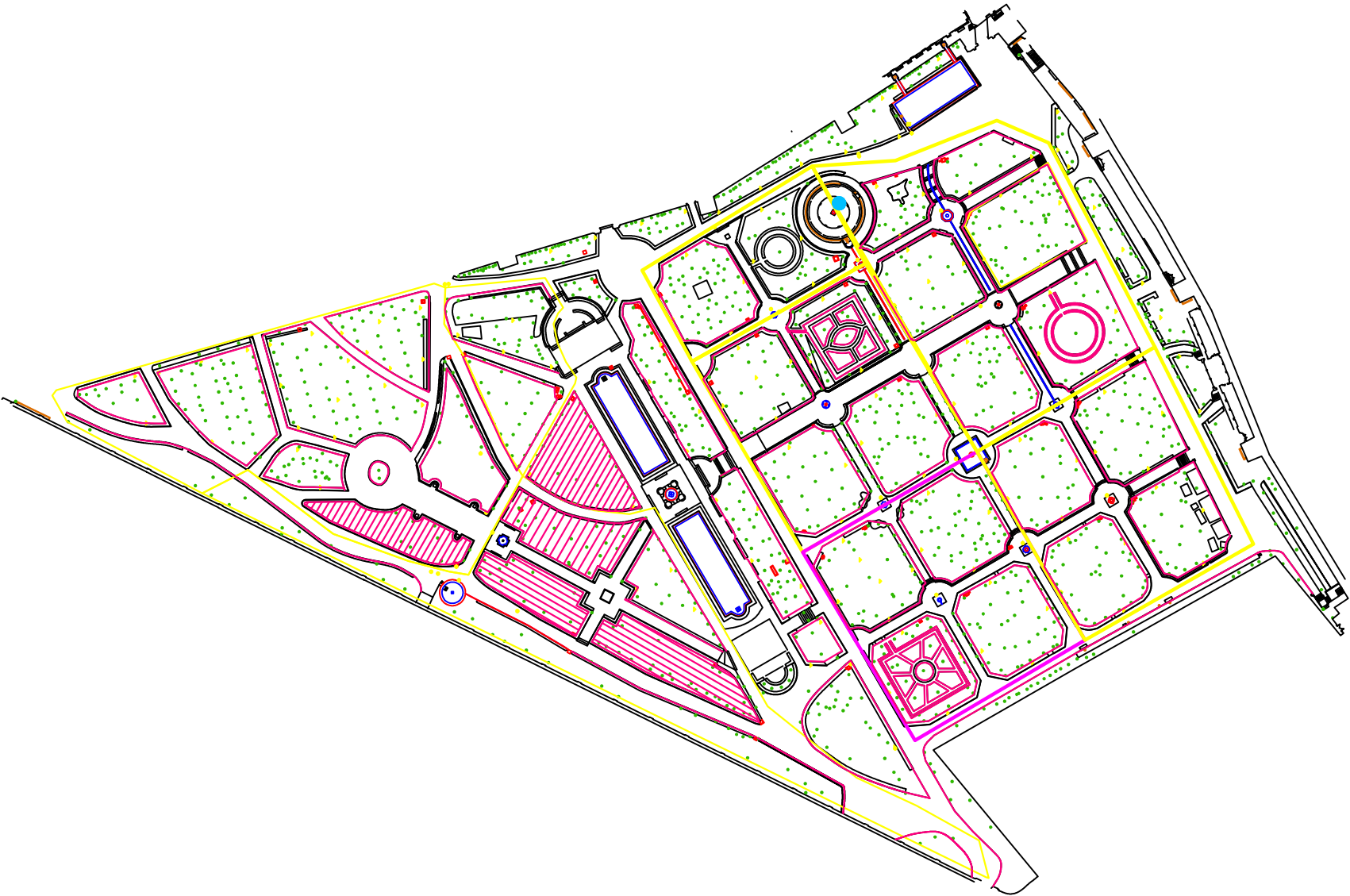
Fecha Julio 2013	FIRMA:	Plano 4.
Nombre Cecilia Ruiz Alcalá		Distribución de Tuberías
Escala: 1/2000	Reales Alcázares Sevilla	
	SUPERFICIE 9,45HA	SEVILLA



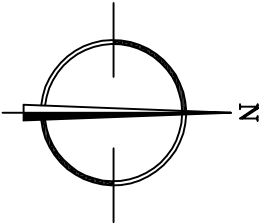
REALES ALCAZARES DE SEVILLA. PLANTA BAJA.

Infraestructura hidráulica	
	Riego localizado
	Aspersor
	Llave de paso
	Cultivo
	Sectores de Riego
	Red de riego
	Arqueta
	Pozo
	Agua
	Fuente

Fecha Julio 2013		FIRMA:		Plano 5.	
Nombre Cecilia Ruiz Alcalá				Infraestructura Hidráulica. Pozo de Troya	
Escala: 1/1500		Reales Alcázares Sevilla		SUPERFICIE 9,45HA	
				SEVILLA	













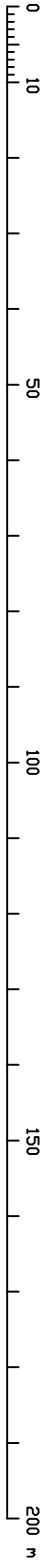
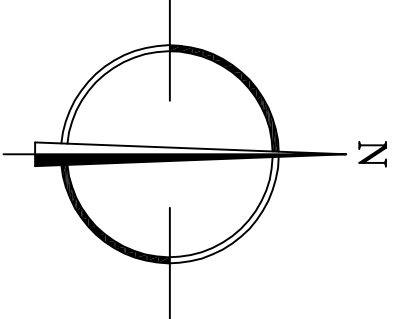
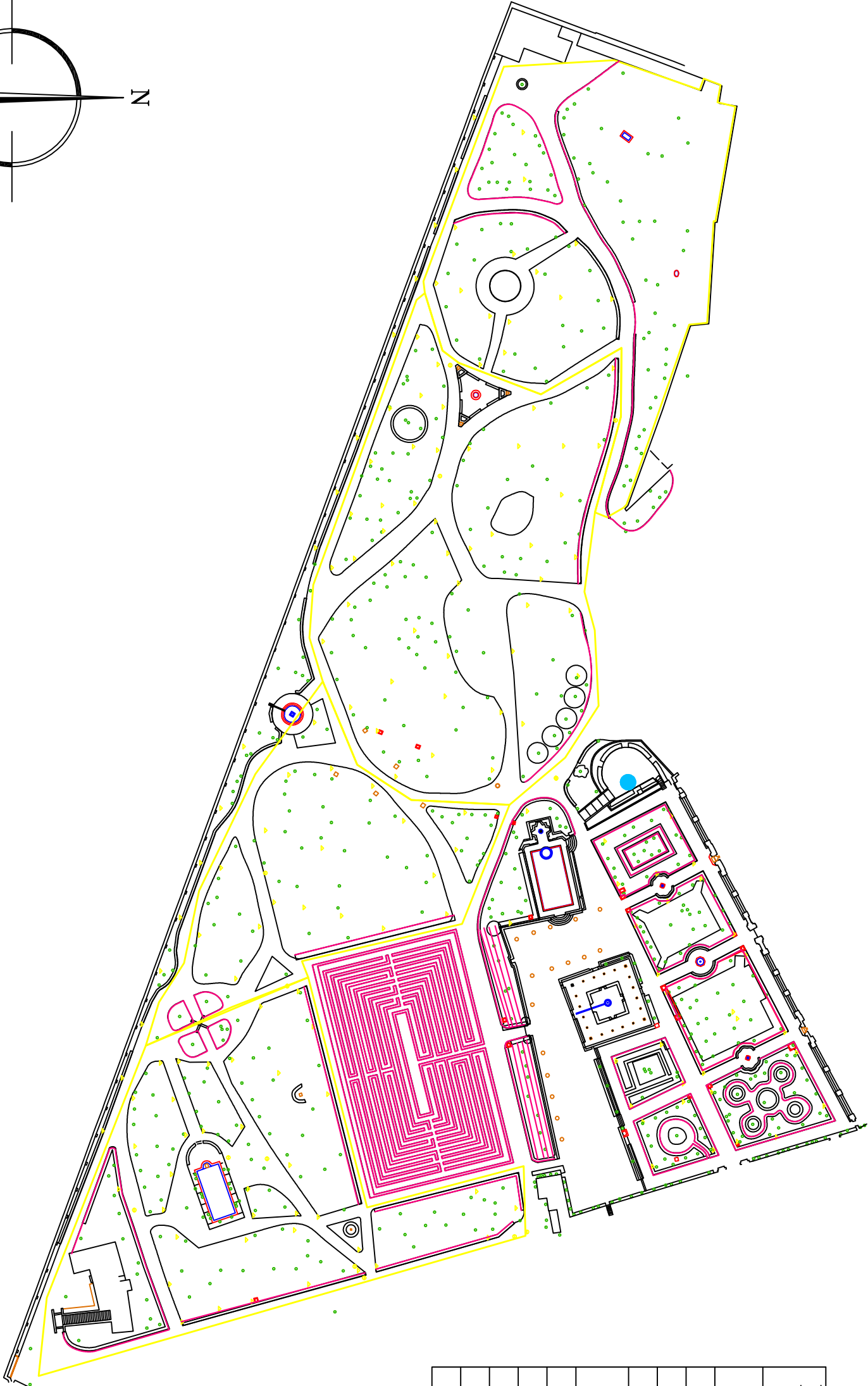
REALES ALCAZARES DE SEVILLA. PLANTA BAJA.



Infraestructura hidráulica	
	Riego localizado
	Aspersor
	Llave de paso
	Cultivo
	Sectores de Riego
	Red de riego
	Arqueta
	Pozo
	Agua
	Fuente

Fecha Julio 2013		FIRMA :		Plano 6.	
Nombre Cecilia Ruiz Alcalá				Infraestructura Hidráulica. Pozo de la Parra	
Escala: 1/1500		Reales Alcázares Sevilla		SUPERFICIE 9,45HA	
				SEVILLA	

Infraestructura hidráulica	
	Riego localizado
	Aspersor
	Llave de paso
	Cultivo
	Sectores de Riego
	Red de riego
	Arqueta
	Pozo
	Agua
	Fuente



REALES ALCAZARES DE SEVILLA. PLANTA BAJA.

Fecha Julio 2013		FIRMA:		Plano 7.	
Nombre Cecilia Ruiz Alcalá				Infraestructura Hidráulica. Pozo de Carlos V	
Escala: 1/1000		Reales Alcázares Sevilla		SUPERFICIE 9,45HA	
				SEVILLA	